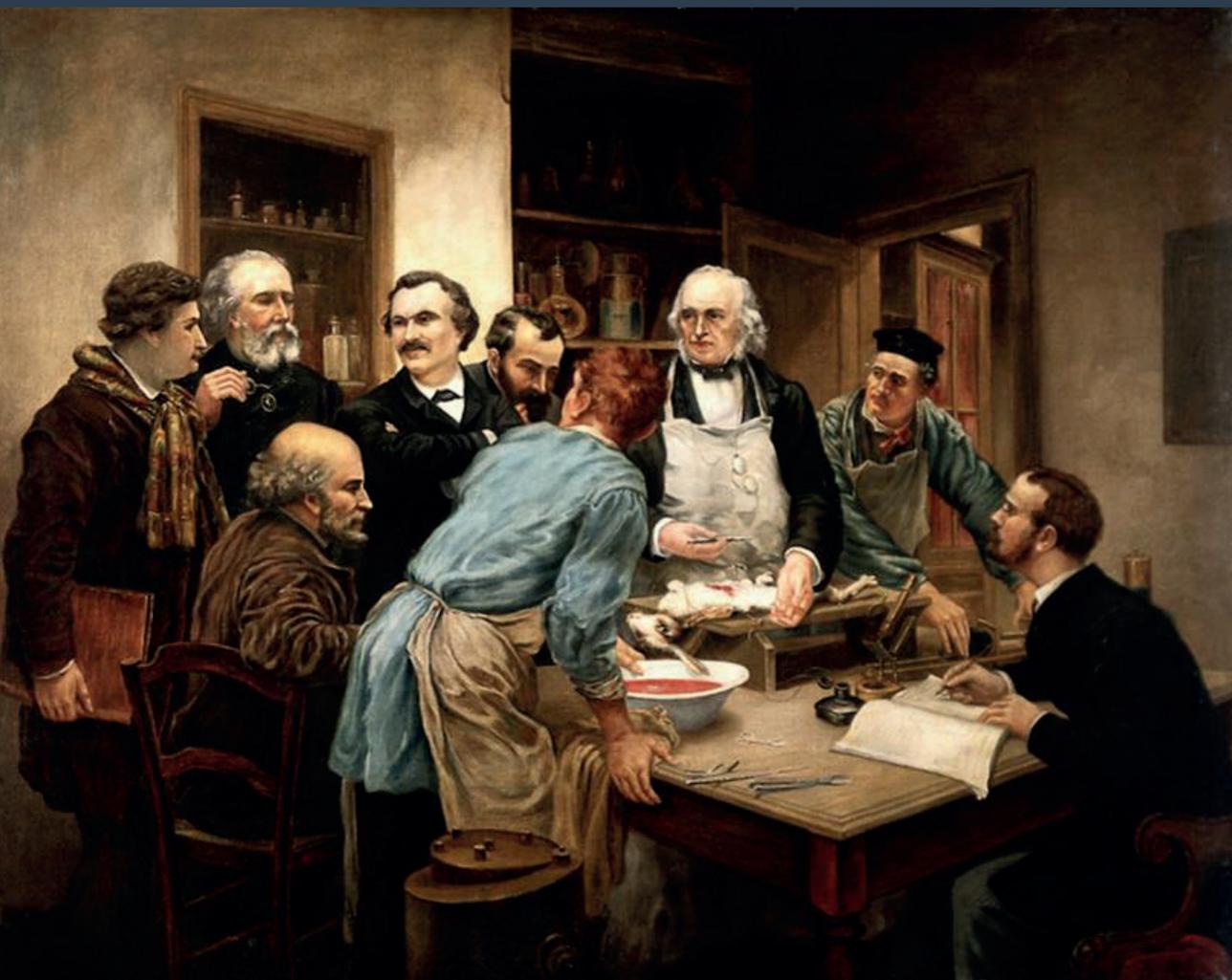


Manual de prácticas de fisiología humana

De la teoría a la práctica clínica

Jesús Alberto Moreno-Bayona



Manual de prácticas de fisiología humana.
De la teoría a la práctica clínica.

MANUAL DE PRÁCTICAS DE FISIOLÓGÍA HUMANA

De la teoría a la práctica clínica

Jesús Alberto Moreno-Bayona; MD, Msc.



Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

Manual de fisiología humana. De la teoría a la práctica clínica /
Jesús Alberto Moreno-Bayona. -- Pamplona: Universidad de
Pamplona, 2024.

134 p. ; 17 cm x 24 cm.

ISBN (digital): 978-628-7656-27-7

© **Universidad de Pamplona**

Sede Principal Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga-
Ciudad Universitaria. Norte de Santander, Colombia.
www.unipamplona.edu.co
Teléfono: 6075685303

***Manual de fisiología humana.
De la teoría a la práctica clínica***

Jesús Alberto Moreno-Bayona

ISBN (digital): 978-628-7656-27-7

Primera edición, junio de 2024

Colección Salud

© Sello Editorial Unipamplona

Rector: Ivaldo Torres Chávez Ph.D

Vicerrector de Investigaciones: Aldo Pardo García Ph.D

Jefe Sello Editorial Unipamplona: Caterine Mojica Acevedo

Corrección de estilo: Andrea del Pilar Durán Jaimes

Diseño y diagramación: Laura Angelica Buitrago Quintero

Fotografías, figuras y diagramas: Carlos Alberto Moreno Chaparro.

Foto de portada: Claude Bernard and his pupils. Oil painting after Léon-Augus.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Claude_Bernard_and_his_pupils._Oil_painting_after_L%C3%A9on-Augus_Wellcome_V0017769.jpg#filehistory

Hecho el depósito que establece la ley. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin permiso del editor.

PERFIL DEL AUTOR

Jesús Alberto Moreno-Bayona

Ha sido profesor de la Universidad de Pamplona, Colombia, desde el año 2004. Se graduó como Médico y Cirujano de la Universidad Industrial de Santander UIS en Bucaramanga, luego adelantó estudios de Especialista en Auditoría en Salud en la Universidad Autónoma de Bucaramanga y posteriormente obtuvo el grado de Magister en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Pamplona, Colombia.

A lo largo de su trayectoria profesional, ha alternado el ejercicio clínico de la medicina con su vocación docente, siendo profesor de las asignaturas Fisiología Médica, Embriología y Comunicación Médica en el Departamento de Medicina y de las asignaturas Fisiología del Ejercicio y Farmacología en el Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Pamplona. Así mismo se ha desempeñado como director del Departamento de Medicina y del Departamento de Ciencias Básicas en Salud de la misma universidad.

En la actualidad además de continuar como profesor del departamento de Medicina, es el director del Grupo de Investigación en Ciencias Biomédicas, adscrito a la Facultad de Salud de la Universidad de Pamplona, Colombia, donde sus trabajos de investigación abordan las adaptaciones fisiológicas causadas por el ejercicio y la implementación del ejercicio como estrategia terapéutica para enfermedades crónicas no transmisibles.



DEDICATORIA

Al gran arquitecto del Universo por el don de la vida y la oportunidad de permitirme crecer en el conocimiento de la verdad.

A mis padres quienes sembraron en mí el sentido de lucha frente a las adversidades.

A mi esposa Amanda Lucía, mis hijos Carlos Alberto y María Lucía, por su paciencia en permitirme prestado mucho del tiempo que les pertenecía, para yo poder terminar esta obra.





PRÓLOGO

Comprender el funcionamiento del cuerpo humano es fundamental en la formación médica. El concepto "conócete a ti mismo" ha sido una máxima importante para filósofos como Kant y Rousseau y a lo largo de la historia, tanto para los antiguos griegos, en el hinduismo, el budismo, y hasta en el cristianismo y toma un papel fundamental en medicina al enfocar esto al concepto de que nadie conoce mejor la enfermedad que el propio enfermo. Sin embargo, aunque los pacientes pueden sentir en carne propia lo que está sucediendo, los procesos físicos, bioquímicos, celulares y moleculares subyacentes pueden estar muy lejos de sus propias sensaciones. Por lo tanto, los médicos debemos ir más allá y entender qué es lo que pasa en el cuerpo de las demás personas, de nuestros pacientes. Es aquí donde la fisiología humana—el estudio de las funciones y procesos que ocurren de forma normal en el cuerpo humano, desde los sistemas, órganos, tejidos y células del organismo, su regulación y el equilibrio interno—nos da esas herramientas para entender cuando se pierde este equilibrio y se cae en lo que conocemos como enfermedad.

Las actividades prácticas en la enseñanza de la medicina, tanto en ciencias básicas como en la clínica, son fundamentales para la formación de médicos competentes, críticos y seguros. En los primeros años de la enseñanza de la Medicina, estas actividades ayudan a los estudiantes a desarrollar su razonamiento, a mejorar la comunicación y el trabajo en equipo y a prepararse para entender situaciones médicas reales con las que se enfrentarán en años posteriores de su formación. Por lo tanto, es importante no solo llevar a cabo actividades de lectura y discusión, sino también procedimientos prácticos que refuercen los conceptos teóricos, particularmente en el ámbito de la fisiología humana. Hoy por hoy contamos con simuladores, realidad virtual, realidad virtual aumentada, laboratorios virtuales, robots, entre otros que facilitan este aprendizaje. Sin embargo, en nuestra realidad Latinoamericana, muchas de nuestras escuelas de Medicina no

cuentan con recursos para adquirir y usar estas tecnologías. Sin embargo, en este Manual de Prácticas de Fisiología Humana, un libro creado gracias a la iniciativa del Dr. Jesús Moreno Bayona y la Universidad de Pamplona, se cuenta con un gran texto de actividades para la enseñanza de la fisiología en el que no se requieren reactivos o equipos especializados y que puede ser útil tanto para escuelas de medicina con todos los recursos, dados los temas fundamentales de fisiología que abarca, como aquellas con recursos un poco más limitados.

He conocido al Dr. Moreno Bayona por más de 25 años. Desde nuestros primeros años como estudiantes de Medicina en la Universidad Industrial de Santander, el Dr. Moreno Bayona (lo llamábamos 'el Capi' por su liderazgo) siempre mostró una gran pasión por la fisiología humana y la Medicina en general. Siempre estaba deseoso de compartir el conocimiento y facilitar el entendimiento de los conceptos del funcionamiento de los órganos y sistemas humanos, demostrando desde siempre su dominio de todos los temas. Ahora, basado en el conocimiento de la realidad de la formación médica y luego de estar involucrado tiempo completo con la Facultad de Salud de la Universidad de Pamplona por más de 20 años, el Dr. Moreno Bayona da un paso hacia adelante en la contribución de la formación médica local y nacional con este Manual. Dada la gran calidad de este libro, estoy seguro que este título escalará las fronteras de Colombia y llegará a muchas de las escuelas de Medicina de Latinoamérica.

Desde mi perspectiva de médico, con formación clínica, doctoral y postdoctoral y trabajando desde uno de los mejores hospitales de New York y los Estados Unidos y después de haber enseñado en facultades de Medicina tan importantes la de la UNAM en México, me atrevo a decir que mediante el uso de este manual, el estudiante de medicina podrá llevar prácticas de laboratorio extremadamente útiles para su formación que le permitirán ver, sentir, tocar, escuchar y finalmente entender muchos de los conceptos fundamentales de la fisiología humana. Para los docentes de fisiología humana, este manual será un buen apoyo para hacer de sus clases algo más divertido y que quedará en la memoria de sus estudiantes hasta que se refuercen con conceptos de fisiopatología y formación clínica y algunos de ellos, hasta el resto de su vida.

Invito a todos los lectores de este manual a disfrutar de doce experiencias únicas para la formación médica, preparadas con la mejor

voluntad por parte de un gran maestro.

Bon voyage!

Diddier Prada, MD, Ph.D.

Assistant Professor

Institute for Health Equity Research

Department of Population Health Science and Policy

Department of Environmental Medicine and Public Health

Icahn School of Medicine at Mount Sinai

New York City, NY, USA





CONTENIDO

13	Introducción
15	Normas de bioseguridad
17	PRÁCTICA 1: Retroalimentación positiva
24	PRÁCTICA 2: Transporte de sustancias a través de las membranas celulares
31	PRÁCTICA 3: Electrocardiografía
39	PRÁCTICA 4: Signos vitales
53	PRÁCTICA 5: Espirometría
61	PRÁCTICA 6: Sistema nervioso: reflejos
75	PRÁCTICA 7: Sentidos especiales: visión, audición
91	PRÁCTICA 8: Sistema renal
101	PRÁCTICA 9: Sistema digestivo
107	PRÁCTICA 10: Sistema endocrino
113	PRÁCTICA 11: Sistema reproductor
118	PRÁCTICA 12: Fisiología del ejercicio
130	Referencias

INTRODUCCIÓN

La fisiología está definida como la ciencia que busca dar explicación a los procesos físicos y a las reacciones bioquímicas que dan origen a la vida y permiten el desarrollo de la misma. Si hablamos de fisiología humana, debemos hacer unos ajustes a la definición anterior, pues esta busca el mismo objetivo, pero aplicados al cuerpo de los seres humanos.

Entender los complejos fenómenos y las intrincadas reacciones bioquímicas, que le permiten al cuerpo humano mantenerse con vida, son la base para entender su funcionamiento y a su vez, constituyen el punto de partida para comprender sus alteraciones y la fisiopatología de las enfermedades. De allí que la fisiología se convierta en la columna vertebral para la formación de cualquier médico o profesional de la salud.

Durante muchos años, varios autores han mencionado que para ser un buen médico se tiene que ser un buen fisiólogo, y esto hasta la fecha no ha perdido su validez, pues a partir de conocer perfectamente el funcionamiento normal del cuerpo humano, le será más fácil identificar sus alteraciones (Fisiopatología), realizar un diagnóstico correcto y por lo tanto un tratamiento acertado de las diferentes condiciones clínicas que pueden afectar a sus pacientes.

En virtud a que la fisiología demanda la comprensión de una gran cantidad de conceptos teóricos, los cuales son dinámicos, resulta fundamental contrastar dichos conceptos con procedimientos prácticos, de manera que le permitan al futuro profesional de la salud, comprender mejor los diferentes fenómenos fisiológicos del cuerpo humano e identificar su aplicación en el ámbito clínico.

Por tal razón, este manual de prácticas de fisiología humana surge como respuesta a una necesidad sentida de muchas instituciones y docentes de educación superior en Colombia, que imparten asignaturas del área básica de las ciencias de la salud, y que buscan desarrollar el componente práctico de dichas asignaturas, pues ofrece a los estudiantes en formación, una herramienta que les permitirá reforzar su proceso de aprendizaje y hacer de este una experiencia amena y significativa.

El presente manual está compuesto por 12 prácticas, las cuales, en su gran mayoría, han sido diseñadas para poder ser llevadas a cabo sin la necesidad de reactivos o equipo especializado, permitiendo así, ser implementado en cualquier institución educativa. Cada práctica está organizada con sus objetivos, materiales, reactivos, introducción y procedimiento. Adicionalmente, al final de cada práctica se incluyen unas preguntas y la lectura de un artículo científico que le permitirán al estudiante complementar y reforzar los conocimientos adquiridos durante la práctica, así como correlacionar lo aprendido con la práctica clínica.

Espero que este trabajo sea del agrado y utilidad para todos, tanto docentes como estudiantes, para que avancen en el estudio de la fisiología humana. Debo resaltar que, como tal, esta obra es objeto de revisión y de comentarios, los cuales, desde ya, agradezco inmensamente a los lectores me los hagan llegar, con el fin de mejorarla en futuras ediciones.

NORMAS DE BIOSEGURIDAD

Un laboratorio o una práctica de cualquier asignatura, es un espacio valioso de aprendizaje, pues permite, a través de la experiencia, la adquisición de ciertas habilidades prácticas y actitudes, así como consolidar los conceptos teóricos revisados en las clases. Para que lo anterior se pueda llevar a cabo, se debe generar en el laboratorio un ambiente de trabajo y aprendizaje respetuoso, amable y colaborativo entre estudiantes y docentes.

Para lograr lo anterior se hace necesario el cumplimiento de ciertas directrices, las cuales son de **obligatorio cumplimiento** tanto para estudiantes como docentes y las cuales se describen a continuación:

- 1 Acatar las indicaciones y observaciones hechas por el docente a cargo de la práctica y los auxiliares de laboratorio.
- 2 La práctica debe ser leída y preparada con anterioridad a la fecha de realización de la misma.
- 3 Es obligatorio el uso de ropa cómoda, bata, zapato cerrado, cabello recogido para quienes tengan cabello largo y en las prácticas que así lo requieran, usar gafas de seguridad y guantes de látex desechables.
- 4 Traer a la práctica los diferentes materiales que se requieran para desarrollar la misma, los cuales se detallan en el apartado “Materiales” y “Reactivos” de cada una de las prácticas.
- 5 Mantener un comportamiento adecuado, tono de voz bajo y no fomentar actos que afecten el desarrollo normal de la práctica.
- 6 Colocar toda la atención requerida a las indicaciones y demostraciones que realice el docente a cargo de la práctica. Ante cualquier duda sobre los procedimientos a realizar, acudir y preguntar al docente que está a cargo de la misma.

- 7 Manipular el instrumental y equipos con cuidado para evitar su daño. **Cualquier daño causado a los equipos institucionales deberá ser asumido por quien genere el daño.**
- 8 Tomar nota en una libreta de apuntes de los resultados obtenidos durante la práctica.
- 9 Retornar los equipos o instrumental utilizado en perfecto estado de funcionamiento y aseo a los auxiliares de laboratorio.

PRÁCTICA No. 1

Retroalimentación positiva: tiempo de sangrado y de coagulación



ADVERTENCIA

Si alguno de los participantes de la práctica presenta algún diagnóstico médico o padece alguna condición clínica relacionada con la coagulación de la sangre, o consume algún medicamento como Aspirina, Warfarina, Clopidogrel, Rivaroxabán, Dabigatrán o cualquier otro medicamento que afecte el proceso de coagulación, por favor informe al docente encargado de la práctica.

OBJETIVOS:

- Definir el concepto de hemostasia y describir el proceso por medio del cual un sangrado se detiene después de una punción en un dedo.
- Reconocer la importancia clínica de los tiempos de sangrado y de coagulación.
- Reconocer las condiciones clínicas en las cuales los tiempos de sangrado y coagulación se ven aumentados.
- Describir las bases fisiológicas del proceso de coagulación y sus alteraciones.

MATERIALES:

- Alcohol al 70%
- Algodón.
- Lanceta para punción.
- Papel de filtro (absorbente).
- Portaobjetos de vidrio.
- Alfiler grande.
- Cronómetro.
- Guantes de látex desechables.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

El término “**homeostasis**” fue acuñado por el fisiólogo estadounidense Walter Cannon en el año 1929, para referirse al “mantenimiento de las condiciones casi constantes del medio interno”. Esta homeostasis es garantizada gracias a la participación armónica de la mayoría de los órganos. La gran mayoría de las variables fisiológicas no son un número absoluto estático, sino un rango de valores (Cannon, 1929). Ejemplo de ello tenemos variables fisiológicas como la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca, la tensión arterial, la frecuencia respiratoria, las concentraciones de iones como el sodio, potasio y los valores de pH plasmático, etc.

Para lograr mantener estos valores entre los rangos fisiológicos adecuados, el cuerpo humano dispone de unos mecanismos de compensación denominados “**mecanismos de retroalimentación**”, los cuales se activan ante cualquier alteración de los valores fisiológicos normales, con miras a corregir o retornar a la normalidad la variable que se está alterando. Estos mecanismos de retroalimentación están conformados por estructuras especializadas a nivel del sistema nervioso central y periférico y mediante la liberación de hormonas. Estos mecanismos actúan de dos formas:

Mecanismos de retroalimentación negativa. Es el más común en el cuerpo humano. Este mecanismo consiste en que cuando una variable o factor fisiológico se aumenta o disminuye, inmediatamente el sistema de control que lo regula, disminuye o aumenta su acción respectivamente, es decir en sentido contrario al estímulo, con miras a retornar la variable alterada a sus valores normales. Por ejemplo: Cuando realizamos algún ejercicio físico, se aumenta el consumo de oxígeno (O_2) por parte del tejido muscular, trayendo como consecuencia una disminución de la concentración de oxígeno en sangre y un aumento en las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2) y lactato. Ante esta situación, el sistema nervioso dispone de unas estructuras especializadas llamadas quimiorreceptores, que al detectar estos cambios activan mecanismos de corrección tales como: aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, para aumentar el ingreso de O_2 al plasma y aumentar la expulsión de CO_2 a través de los pulmones (Hall, 2016).

Mecanismos de retroalimentación positiva. Este mecanismo funciona como un “círculo vicioso”, es decir, la alteración de una variable, trae como consecuencia que se genere un efecto sobre dicha alteración que potencie el efecto ejercido sobre la misma. El proceso de coagulación, el shock hipovolémico súbito, el potencial de acción y el trabajo de parto son algunos ejemplos de retroalimentación positiva (Hall, 2016).

El término “**hemostasia**” hace referencia a los procesos que implementa el organismo para evitar la pérdida de sangre durante una hemorragia. La hemostasia involucra cuatro pasos a saber:

- Vasoconstricción.
- Formación del tapón plaquetario.
- Formación del coágulo sanguíneo.
- Fibrinólisis (Disolución del coágulo).

Cuando se presentan sangrados profusos ante pequeñas heridas o se presentan de manera espontánea, estos se deben a alteraciones de los anteriores procesos, especialmente en las paredes arteriales, activación de las plaquetas o formación del coágulo (Komal, 2010).

En cuanto a los **defectos de la coagulación** podemos identificar dos grandes clases:

- a) Excesivo sangrado en los tejidos: Estos se deben principalmente a lesiones de vasos de mayor calibre. Se presenta una demora o ausencia en la formación del coágulo sanguíneo que no refuerza el tapón plaquetario formado inicialmente. Esto se puede deber a la ausencia de factores de la coagulación como ocurre en las hemofilias, alteraciones hepáticas como la hepatitis, cirrosis o deficiencia de vitamina K, que impiden la síntesis de factores de la coagulación.
- b) Trombosis: proceso en el cual se forman coágulos de sangre en el interior de un vaso sanguíneo que no ha sido afectado (Ghai, 2012).

Existen varias pruebas para evaluar el adecuado funcionamiento del proceso hemostático, entre las que se encuentra:

- Tiempo de sangrado.
- Tiempo de coagulación.
- Prueba del torniquete para evaluar la fragilidad capilar.
- Recuento de plaquetas.
- Tiempo de protrombina.
- Tiempo parcial de tromboplastina.
- INR entre otros.

En la práctica del día de hoy abordaremos las dos primeras pruebas para evaluar el proceso de hemostasia, como mecanismo de retroalimentación positiva.

PROCEDIMIENTO:

Tiempo de sangrado (Método de Duke):

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Ubique en posición sentada y cómoda a la persona a quien se le va a realizar el procedimiento.
- Seleccione el pulpejo de uno de los dedos (índice o medio) de la mano derecha y límpielo varias veces con un algodón impregnado con suficiente alcohol al 70%.
- Utilizando la lanceta para punción, realice una punción con una profundidad de 2 mm sobre el pulpejo del dedo seleccionado (Ver **Figura 1**) y al mismo tiempo inicie el conteo del tiempo en el cronómetro.

Figura 1

Punción pulpejo del dedo con la lancet.

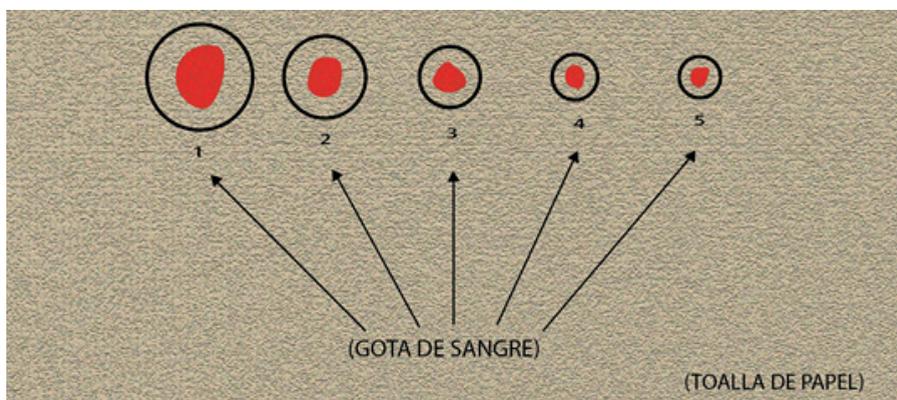


Fuente: Elaboración propia.

- Permita la salida de sangre desde la punción realizada. **No comprimir el dedo puncionado.** (Figura 1)
- Remueva las gotas de sangre cada 30 segundos, con el borde del papel absorbente, sin realizar presión sobre la punción. Enumere el número de manchas dejadas en el papel cada vez que se remueven las gotas de sangre. (Ver **Figura 2**)

Figura 2

Enumeración de las manchas de sangre retiradas con el papel absorbente, desde la punción,



Fuente: Elaboración propia.

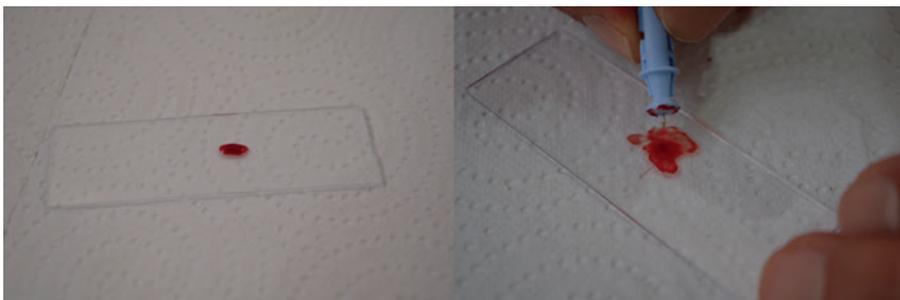
- Contabilice el tiempo hasta el momento en el cual se detiene el sangrado (cuando no se logra retirar gota de sangre con el papel de filtro). Exprese el resultado en minutos y segundos.
- Tiempo normal de sangrado: 1-5 minutos. De continuar el sangrado posterior a un tiempo de 10 minutos, suspenda el procedimiento, aplique una gasa o algodón sobre el sitio de punción e informe del caso a su docente.

Tiempo de coagulación (Método de la gota):

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Ubique en posición sentada y cómoda a la persona a quien se le va a realizar el procedimiento.
- Seleccione el pulpejo de uno de los dedos (índice o medio) de la mano derecha y límpielo varias veces con un algodón impregnado con suficiente alcohol al 70%.
- Utilizando la lanceta para punción, realice una punción con una profundidad de 2 mm sobre el pulpejo del dedo seleccionado (Ver **Figura 1**).
- Presione el dedo puncionado con miras a obtener una gota grande de sangre y colóquela sobre un portaobjeto de vidrio (Ver **Figura 3**). Inicie el conteo del tiempo en el cronómetro.

Figura 3

Gota gruesa sobre portaobjetos y formación de fibras de fibrina.



Fuente: Elaboración propia.

- Con un alfiler grande, dibuje una letra o un símbolo sobre la gota de sangre a intervalos de 30 segundos.
- Contabilice el tiempo al cual las fibras de fibrina se adhieren a la punta del alfiler y se pueden retirar de la gota de sangre (Ver **Figura 3**).
- El tiempo transcurrido desde la colocación de la gota de sangre sobre el portaobjetos y la formación de las hebras de fibrina, es el tiempo de coagulación.

CUESTIONARIO

- ¿Cuál es la importancia clínica de determinar el tiempo de sangrado y el tiempo de coagulación?
- ¿Qué aspectos del proceso de la hemostasia se comparten o son comunes durante la determinación del tiempo de sangrado y de coagulación?
- ¿Qué elementos o procesos de la hemostasia son evaluados por cada uno de ellos?
- ¿De qué factores depende el tiempo de sangrado y el tiempo de coagulación?
- Mencione las condiciones en las cuales se aumenta el tiempo de sangrado y el tiempo de coagulación.
- ¿Cuál es el mecanismo por medio del cual se utiliza el Ácido acetilsalicílico como anticoagulante?

Artículo de refuerzo: (Sang et al., 2021)

Yaqiu Sang, Mark Roest, Bas de Laat, Philip G. de Groot, Dana Huskens, Interplay between platelets and coagulation, Blood Reviews, Volume 46, 2021, 100733, ISSN 0268-960X.

PRÁCTICA No. 2

Transporte de sustancias a través de las membranas celulares.

Fragilidad osmótica de los glóbulos rojos



ADVERTENCIA

Si alguno de los participantes de la práctica presenta algún diagnóstico médico o padece alguna condición clínica relacionada con la coagulación de la sangre, o consume algún medicamento como Aspirina, Warfarina, Clopidogrel, Rivaroxabán, Dabigatrán o cualquier otro medicamento que afecte el proceso de coagulación, por favor informe al docente encargado de la práctica.

OBJETIVOS:

- Definir el concepto de ósmosis, endosmosis y exosmosis.
- Definir el concepto de fragilidad osmótica de los eritrocitos y describir la utilidad de la prueba.
- Explicar las razones que inducen la hemólisis de los glóbulos rojos, cuando estos se exponen a soluciones hipotónicas.
- Explicar el efecto de una solución hipertónica sobre los glóbulos rojos.

MATERIALES:

- Seis (06) tubos de ensayo de vidrio de 1 cm x 7cm.
- Una escalerilla para tubos de ensayo con capacidad para al menos 6 tubos de ensayo, o pedazo de icopor de 2 cm grosor x 5cm de ancho x 20cm de largo.
- Lápiz marcador de vidrio (Sharpie).
- Gotero de vidrio.
- Recipiente pequeño de vidrio.
- Alcohol al 70%
- Algodón.
- Guantes desechables de látex.

- Lanceta para punción.
- Solución salina (Cloruro de Sodio) al 0,9% (Una bolsa 500mL por todos los estudiantes)
- Agua destilada (Una bolsa de 250 mL para todos los estudiantes).

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

La membrana celular está conformada por una doble capa de lípidos, dentro de la cual se encuentran proteínas que en su gran mayoría cumplen funciones tanto estructurales como de transporte de sustancias. Esta membrana separa el espacio intracelular del extracelular y tiene la propiedad de ser semipermeable al agua y sirve un como filtro, altamente selectivo, que controla la entrada de nutrientes y la salida de productos de desecho. Adicionalmente, garantiza las diferentes concentraciones de iones entre el espacio intracelular y el extracelular (Hall, 2016).

El transporte de sustancias entre un espacio y otro, se da a través de dos mecanismos básicos principales: La **difusión y el transporte activo**, aunque estos dos procesos pueden presentar variaciones. Cuando hablamos de **difusión**, hacemos referencia al proceso por medio del cual las moléculas de una sustancia se mueven de un lado a otro de una membrana semipermeable, gracias a su movimiento aleatorio y a favor de su gradiente de concentración. La difusión puede ser **simple**, cuando ocurre en las condiciones anteriormente mencionadas, pero también puede ser **facilitada**, cuando intervienen proteínas que requieren gasto energético para que el proceso se lleve a cabo de una manera más rápida (Hall, 2016).

Cuando hablamos de **transporte activo**, hacemos referencia al paso de las moléculas de una sustancia a través de la misma membrana semipermeable, pero en contra de su gradiente de concentración, gracias a la utilización de proteínas transportadoras que demandan consumo de energía (Ghai, 2012).

El agua a pesar de ser hidrosoluble, pasa a ambos lados de la membrana celular a través de las proteínas que sirven como canales y de unas estructuras denominadas acuaporinas (poros exclusivos para el agua). En virtud a que el agua puede difundir hacia ambos lados de la membrana celular, cuando por alguna razón la concentración de alguno de los espacios intracelular o extracelular se modifica, trae como consecuencia el movimiento de agua en el sentido requerido, con miras a equilibrar o garantizar las concentraciones adecuadas. En condiciones normales fisiológicas, el movimiento del agua es nulo, manteniendo constantes los respectivos volúmenes (Arrazola, 1994).

El movimiento de agua en algún sentido trae como consecuencia que la célula se hinche (por aumento del volumen de agua) o se contraiga (por disminución del volumen de agua). Este movimiento neto de agua, como consecuencia de los cambios de concentración de los diferentes espacios fisiológicos, recibe el nombre de **ósmosis**. El objetivo de dicho movimiento de agua es equilibrar las concentraciones a lado y lado de la membrana. Otro concepto que hay que recordar aquí, es el de **presión osmótica**, que hace referencia a la cantidad de presión que se requiere ejercer, casi siempre en sentido contrario, para detener la ósmosis (Hall, 2016).

Los valores de concentración en los diferentes espacios celulares se pueden expresar en las siguientes unidades: **Osmolalidad**: Es el peso molecular-gramo de un soluto osmóticamente activo. Ej: 180g de glucosa (peso molecular de la glucosa), son equivalentes a 1 osmol de glucosa, pues la glucosa no se disocia en iones. Pero si un soluto se disocia en 2 iones, un peso molecular-gramo del soluto, se convertirá en 2 osmoles, pues el número de partículas osmóticamente activas es ahora el doble, en comparación con el caso del soluto que no se disocia. **Osmolaridad**: Es la concentración expresada en osmoles por litro de solución (Osm/L), en lugar de hacerlo por kilogramo de agua (Ghai, 2012).

Cuando el proceso de ósmosis se lleva a cabo hacia el interior de la célula, esta empieza a aumentar su volumen intracelular, hasta tal punto que, de no resolverse, puede traer como resultado la explosión de la misma o **lisis** de la célula. Si analizamos el fenómeno anterior, pero en sentido contrario, la célula empieza a perder agua y a disminuir su volumen intracelular, hasta el punto de contraerse al máximo, fenómeno que recibe el nombre de **crenación**.

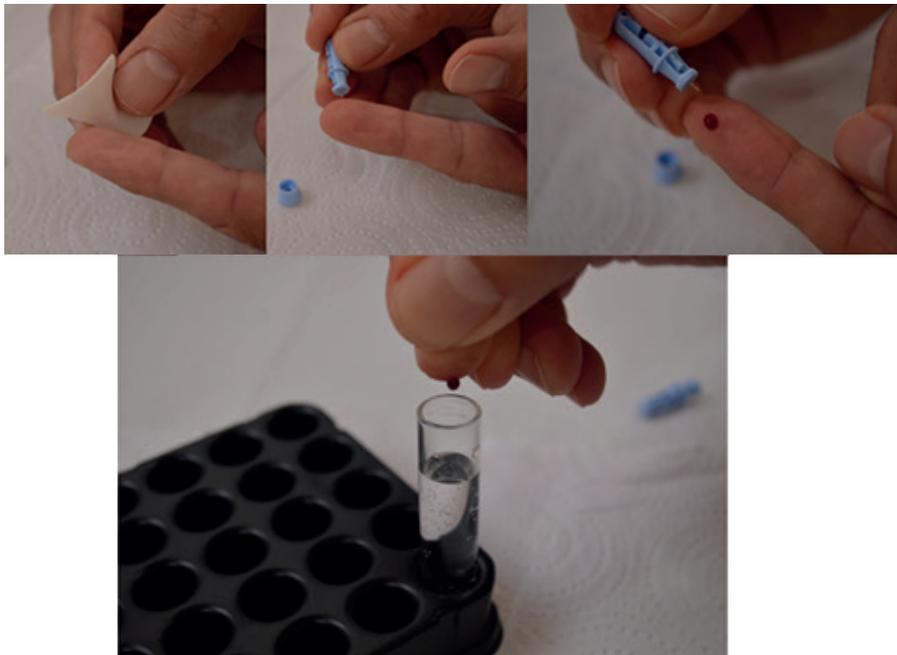
En condiciones normales la hemólisis de los glóbulos rojos empieza a tonicidades de 0,48%, por lo tanto, no se observa hemólisis en soluciones con tonicidades superiores a 0,5% (Ghai, 2012).

PROCEDIMIENTO:

- Enumere los tubos de ensayo del número 1 al número 6.
- Utilizando el gotero de vidrio, coloque el número de gotas de solución salina al 0,9% en cada uno de los tubos, tal y como se muestra en la **Tabla 1**.
- Lave el gotero de vidrio con abundante agua y séquelo completamente. El gotero de vidrio debe lavarse y secarse completamente después de ser utilizado en cada tubo de ensayo.
- Utilizando nuevamente el gotero de vidrio, adicione ahora el número de gotas de agua destilada a cada uno de los tubos, tal y como se muestra en la **Tabla 1**. El gotero de vidrio debe lavarse y secarse completamente después de ser utilizado en cada tubo de ensayo.
- Mezcle el contenido de cada tubo, tapando el mismo con el pulgar y volteándolo varias veces. Marque la tonicidad de la solución contenida en cada tubo, según lo mostrado en la **Tabla 1**.
- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Limpie con algodón impregnado de alcohol al 70% el pulpejo de uno de los dedos (índice o medio) de la mano derecha, de la persona a evaluar.
- Realice una punción en la zona anteriormente mencionada con la lanceta de punción, con una profundidad de 2 mm (Ver **Figura 4**).
- Dígale al evaluado que haga presión sobre el dedo puncionado y descargue una gota de sangre dentro de cada uno de los 6 tubos de ensayo (Ver **Figura 4**). Una vez terminado, aplique un algodón sobre el sitio de punción y ejerza presión sobre el mismo.

Figura 4

Punción pulpejo del dedo, recolección gota de sangre y colocación en los tubos de ensayo.



Fuente: Elaboración propia.

- Utilizando guantes de látex desechables, tape con el pulgar cada uno de los tubos de ensayo y mezcle el contenido del tubo volteándolo **SUAVEMENTE Y SOLAMENTE UNA VEZ**.
- Deje los tubos de ensayo con la preparación en absoluto reposo en la escalerilla para tubos de ensayo, durante una hora.
- Posterior a la hora, observe el grado de hemólisis de cada tubo de ensayo, sosteniendo la escalerilla para tubos de ensayo a la altura de los ojos y colocando un papel blanco detrás de los mismos.

Tabla 1

Preparación de las soluciones para evaluar la fragilidad osmótica de los glóbulos rojos

Tubo de ensayo #	1	2	3	4	5	6
# gotas NaCl 0,9%	25	15	13	10	8	0
# gotas agua destilada	0	10	12	15	17	25
Tonicidad del tubo (%)	0,9	0,54	0,47	0,36	0,29	0

Nota: Utilice el mismo gotero de vidrio y lávelo y séquelo completamente después de utilizarlo para la solución salina y el agua destilada en cada tubo. Esto garantizará que el volumen de todas las gotas, sea igual en los diferentes tubos.

OBSERVACIÓN Y RESULTADOS:

- El grado de hemólisis se evalúa observando el color rojo del sobrenadante a lo largo de los tubos 1 (solución salina 0,9%) al 6 (agua destilada).
- En los tubos de ensayo donde no se produce la hemólisis, los glóbulos rojos se decantarán en el fondo del tubo, como un punto rojo y el sobrenadante será transparente.
- Si se presenta algún grado de hemólisis, la solución se teñirá de rojo (Hemoglobina) y algunos glóbulos rojos no afectados se decantarán en el fondo del tubo de ensayo. El color de la solución se incrementará a medida que disminuye la tonicidad de la solución.
- En los tubos donde se presenta la hemólisis completa, la solución se teñirá uniformemente de rojo, sin la presencia de glóbulos rojos en el fondo del tubo de ensayo.
- Observe cuidadosamente cada uno de los tubos e identifique el número del tubo y la tonicidad a la cual se inicia la hemólisis, así como el, o los tubos donde se presenta la hemólisis completa de todos los glóbulos rojos.

CUESTIONARIO

- ¿Cuál es la diferencia entre los términos fragilidad y hemólisis?
- ¿Cuál es la diferencia entre ósmosis y presión osmótica?
- Describa el comportamiento de los glóbulos rojos en condiciones de hipotonicidad e hipertonicidad.
- Mencione 3 condiciones en las cuales se vea aumentada la fragilidad eritrocitaria.

Artículo de refuerzo: (Aseel Sh. Abdullah, Yamama Zuhair, Alaa Anwer, 2021)

Aseel Sh. Abdullah, Yamama Zuhair, Alaa Anwer, Israa Ghassan Zainal. Osmotic Fragility And Hemolysis % Of Human Erythrocytes B-Thalassemia Major And Anemia Patients Compared To Healthy Subjects. Sys Rev Pharm 2021;12(2):237-241

PRÁCTICA No. 3

Electrocardiografía

OBJETIVOS:

- Conocer los instrumentos requeridos para la toma de un electrocardiograma.
- Interpretar el trazado normal de un electrocardiograma.

MATERIALES:

- Electrocardiógrafo o polígrafo digital POWERLAB.
- Electrodo con gel o sustancia conductora.
- Algodón.
- Alcohol al 70%.
- Camilla.
- Máquina rasuradora desechable.
- Toallas de papel.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

El corazón es un músculo hueco conformado por cuatro cavidades, las cuales se contraen de manera armónica y rítmica para poder mantener el bombeo adecuado de sangre y así suministrar oxígeno, nutrientes y demás elementos disueltos en la sangre a todo el organismo. Para poder llevar a cabo este proceso, el corazón cuenta con un sistema especializado de autoexcitación, el cual permite generar impulsos eléctricos de manera rítmica, para que estos a su vez despolaricen los cardiomiocitos, para su posterior contracción (Hall, 2016).

Este sistema especializado está compuesto por las siguientes estructuras:

- Nodo Sinusal o Sinoauricular (SA), el cual actúa como marcapaso fisiológico del corazón.
- Vías Internodulares o Internodales, las cuales diseminan el impulso eléctrico a las aurículas.
- Nodo Aurículoventricular, en donde el impulso eléctrico se detiene momentáneamente antes de ingresar a los ventrículos.
- Haz Aurículoventricular.
- Ramas derecha e izquierda del Haz de His.
- Sistema de Purkinje, el cual termina de diseminar el impulso eléctrico a todo lo largo y ancho de los ventrículos.

El corazón está innervado por las dos divisiones del sistema nervioso autónomo: Simpática y Parasimpática. El estímulo simpático aumenta la frecuencia cardíaca, la fuerza de contracción y el gasto cardíaco. Por otra parte, el efecto parasimpático genera un efecto contrario, disminuye la frecuencia cardíaca, la fuerza de contracción y el gasto cardíaco.

Cuando el impulso cardíaco atraviesa todo el músculo cardíaco, parte de esta corriente también se disemina hacia los tejidos superficiales del cuerpo, permitiendo que dicha corriente pueda ser registrada colocando electrodos sobre la superficie del mismo. El registro gráfico de estos potenciales eléctricos recibe el nombre de **electrocardiograma** (Hall, 2016).

El trazado normal de un electrocardiograma se compone de las siguientes ondas:

- Onda P: Correspondiente a la despolarización de las aurículas.
- Complejo QRS: Corresponde a la despolarización de los ventrículos.
- Onda T: Corresponde a la repolarización de los ventrículos.

Segmentos: Que hacen referencia a fragmentos de trazado electrocardiográfico que no presentan alteración en su potencial, es decir, es isoeléctrico. Entre los segmentos más importantes tenemos:

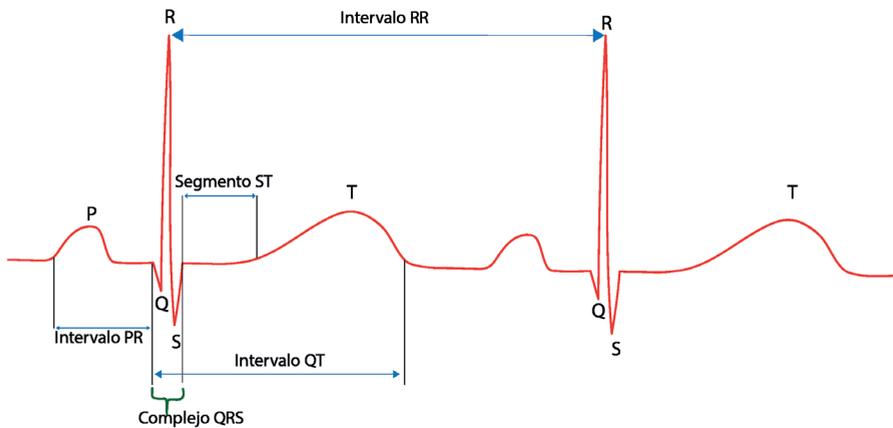
- o Segmento P-R.
- o Segmento S-T.

Intervalos: Que hacen referencia a fragmentos del trazado que incluye segmentos y ondas. Entre los intervalos más importantes tenemos:

- o Intervalo P-R.
- o Intervalo Q-T.
- o Intervalo R-R.

Figura 5

Ondas, Segmentos e Intervalos de un electrocardiograma normal.

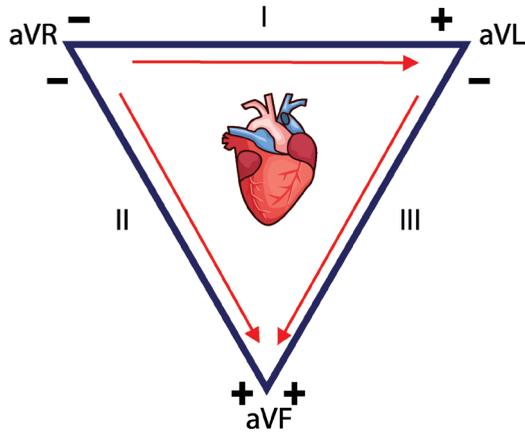


Fuente: Elaboración propia.

Para registrar las ondas electrocardiográficas, los equipos actuales tienen establecidas unas derivaciones o conexiones eléctricas, que reciben el nombre de:

- Derivaciones bipolares: Designadas por DI, DII y DIII.
- Derivaciones Monopares: aVR, aVF, aVL y las derivaciones precordiales V1-V6.

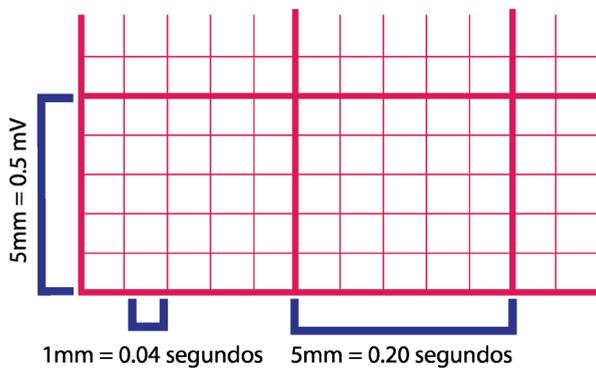
Figura 6
Triangulo de Einthoven y sus derivaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Los actuales electrocardiógrafos grafican el trazado en un papel milimetrado el cual está calibrados de la siguiente manera: En el eje horizontal se grafica la variable tiempo (duración) y para esto, cada milímetro del papel equivale a 0.04 s y su velocidad de registro en adultos es de 25mm/s y en población pediátrica es de 50mm/s. En el eje vertical se grafica la variable voltaje (amplitud) y para esto, cada 10mm equivalen a 1mV.

Figura 7
Calibración del papel electrocardiográfico.



Fuente: Elaboración propia.

Los valores normales para las ondas, complejos, segmentos e intervalos de un electrocardiograma se encuentran relacionadas en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Valores normales de ondas y complejos en el EKG

Aspecto	Amplitud Normal	Duración Normal
Onda P	< 0,25 mV.	<0.12 s.
Intervalo PR	Isoeléctrico	0,12 -0,20 s.
Onda Q	< 25% Onda R	< 0,04 s.
Complejo QRS	Variable	< 0,12 s.
Segmento ST	Isoeléctrico Hombres: < 0,2 mV (V2-V3) Mujeres: < 0,15 mV. (V2-V3)	No aplica
Intervalo QT	No aplica	< 0,45 s.
Onda T	Menor al QRS que lo precede	No aplica

Fuente:(Lara Prado, 2016)

PROCEDIMIENTO:

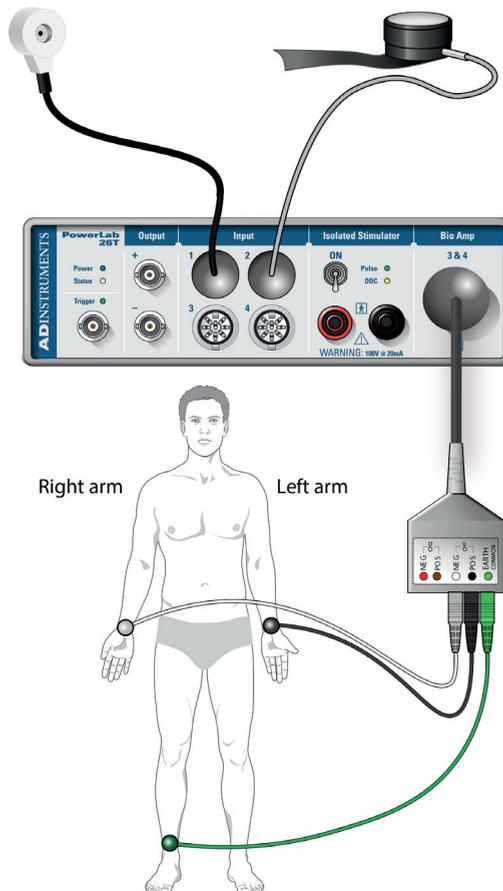
- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Solicítele al examinado que se despoje de todos los elementos metálicos tales como: relojes, joyas, aretes, piercings, mone-das, hebillas de correas, teléfono celular y demás elementos que puedan ser conductores de la electricidad.
- Indíquele al examinado que se descubra el tórax anterior, se retire los zapatos y se acueste sobre la camilla en posición de decúbito supino. Cerciórese que las muñecas y los tobillos queden al descubierto.
- Procure que esté lo más relajado posible y que la temperatura de la habitación sea agradable, pues el temblor muscular puede interferir la señal eléctrica.

- Limpie con un algodón impregnado con alcohol al 70%, las muñecas, los tobillos y los sitios del tórax anterior donde colocará los electrodos.
- Coloque los electrodos (impregnados de gel o pasta conductora) que van en las muñecas, en los tobillos y en la zona anterior del tórax, como se muestra en las **Figuras 8 y 9**. Evite colocarlos sobre prominencias óseas, articulaciones o zonas con mucho pelo. De ser necesario, rasure la zona donde aplicará los electrodos, para evitar que el pelo afecte el registro.
- Conecte los cables de los electrodos según las convenciones que el equipo tenga para cada uno de ellos. Asegúrese que los cables estén conectados al electrodo que les corresponde.
- Dígale al examinado que se quede lo más quieto posible, pues va a iniciar el registro.
- Inicie el registro del electrocardiograma, oprimiendo el botón START o INICIO según corresponda en el equipo de registro que esté utilizando.
- Observe que la calidad del trazado sea la adecuada, es decir que sea un trazado limpio y sin interferencias. Si la calidad no es adecuada, detenga el registro y compruebe que los electrodos estén bien adheridos a la piel del examinado y tengan suficiente gel o pasta conductora y repita el registro.
- Una vez terminado el registro, retire el papel con el mismo y apague el electrocardiógrafo. En los equipos de poligrafía digital como el POWERLAB, es necesario dejar que el registro se haga durante al menos 20 segundos y posteriormente se oprime el botón “STOP” o DETENER.
- Retire los cables y electrodos del examinado, limpie la piel con las toallas de papel y asegúrese de retirar todo el gel o pasta conductora.
- Rotule el trazado electrocardiográfico obtenido con el nombre, edad, sexo del examinado, así como la fecha y hora del registro.

- Reúnase con sus compañeros de grupo e identifiquen las ondas, complejos, segmentos e intervalos del electrocardiograma.
- Para el trazado electrocardiográfico tomado, determine los siguientes aspectos: Ritmo, Frecuencia cardiaca, Morfología y duración de ondas y complejos, Eje cardiaco, Presencia de bloqueos, Presencia de signos de isquemia.

Figura 8

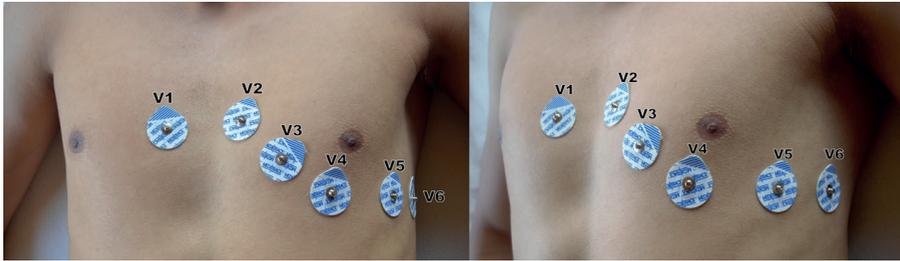
Ubicación de derivaciones del Electrocardiograma para polígrafo digital.



Fuente: Tomado de (ADInstruments, 2023)

Figura 9

Derivaciones precordiales del Electrocardiograma.



Fuente: Elaboración propia.

- V₁: Cuarto espacio intercostal con línea paraesternal derecha.
- V₂: Cuarto espacio intercostal con línea paraesternal izquierda.
- V₃: Punto medio entre V₂ y V₄.
- V₄: Quinto espacio intercostal con línea media clavicular izquierda.
- V₅: Quinto espacio intercostal con línea axilar anterior izquierda.
- V₆: Quinto espacio intercostal con línea axilar media izquierda.

CUESTIONARIO

- ¿Cuáles son los cuidados que se deben tener al tomar un electrocardiograma?
- ¿Qué fenómeno fisiológico evalúa el electrocardiograma?
- ¿Cuál es la utilidad clínica de un trazado electrocardiográfico?
- ¿En qué tipo de pacientes o sintomatología se sugiere tomar un electrocardiograma?

Artículo de refuerzo: (Aseel Sh. Abdullah, Yamama Zuhair, Alaa Anwer, 2021)

Aseel Sh. Abdullah, Yamama Zuhair, Alaa Anwer, Israa Ghassan Zainal. Osmotic Fragility And Hemolysis % Of Human Erythrocytes B-Thalassemia Major And Anemia Patients Compared To Healthy Subjects. Sys Rev Pharm 2021;12(2):237-241

PRÁCTICA No. 4

Electrocardiografía

OBJETIVOS:

- Definir los diferentes signos vitales que se miden en la práctica clínica.
- Aprender los métodos que existen para la toma de los signos vitales.
- Contrastar los valores obtenidos en las mediciones, con los valores normales establecidos internacionalmente para los signos vitales.
- Definir los conceptos de taquicardia, bradicardia, hipotensión e hipertensión arterial, taquipnea, fiebre y sus correlaciones clínicas.

MATERIALES:

- Fonendoscopio con campana.
- Tensiómetro aneróide.
- Termómetro digital o de mercurio.
- Reloj de pulsera.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

Pulso:

La determinación del pulso es parte fundamental del examen físico que se le realiza a una persona, por parte del personal de salud, pues este nos refleja de forma indirecta el funcionamiento del sistema cardiovascular. El pulso se define como la percepción externa, a través de la palpación suave, de la expansión rítmica de las paredes

de las arterias, que se localizan a nivel más superficial en diferentes puntos del cuerpo. Dicha expansión se debe a la transmisión de las ondas de presión que se generan en el sistema cardiovascular, por la contracción y relajación del corazón. (Hall, 2016)

El pulso puede determinarse en varios sitios a saber: zona lateral del cuello (**pulso carotídeo**), zona anterior del extremo distal y lateral del antebrazo (**pulso radial**), zona medial del brazo (**pulso braquial**), zona antero-medial del tarso (**pulso pedio**). Las características que se deben evaluar durante la determinación del pulso son: El **ritmo**, la **frecuencia** y la **amplitud** (Pal, 2010).

El ritmo del pulso hace referencia al constante espaciamiento (en tiempo) entre una y otra pulsación percibida. Cuando esto ocurre, decimos que el pulso es **regular**, pero cuando el tiempo transcurrido entre una y otra pulsación no es el mismo, decimos que el pulso es **irregular** o **arrítmico**.

En cuanto a la frecuencia del pulso, decimos que esta es el número de veces que percibimos la onda de pulso por unidad de tiempo, la cual usualmente es durante un minuto. Se considera normal, cuando la frecuencia del pulso se encuentra entre **60 -100 pulsaciones por minuto**. Los valores normales del pulso según la edad, los que se relacionan en la **Tabla 3** (Keith Kleinman, Lauren McDaniel, 2020).

Tabla 3
Valores normales de frecuencia cardiaca, según grupo de edad

Grupo de edad	Frecuencia cardiaca (latidos/minuto)
0-3 meses	110-160
3-6 meses	110-150
6-12 meses	90-130
1-3 años	80-125
3-6 años	70-115
6-12 años	60-100
> 12 años	60-100

Fuente: (Keith Kleinman, Lauren McDaniel, 2020)

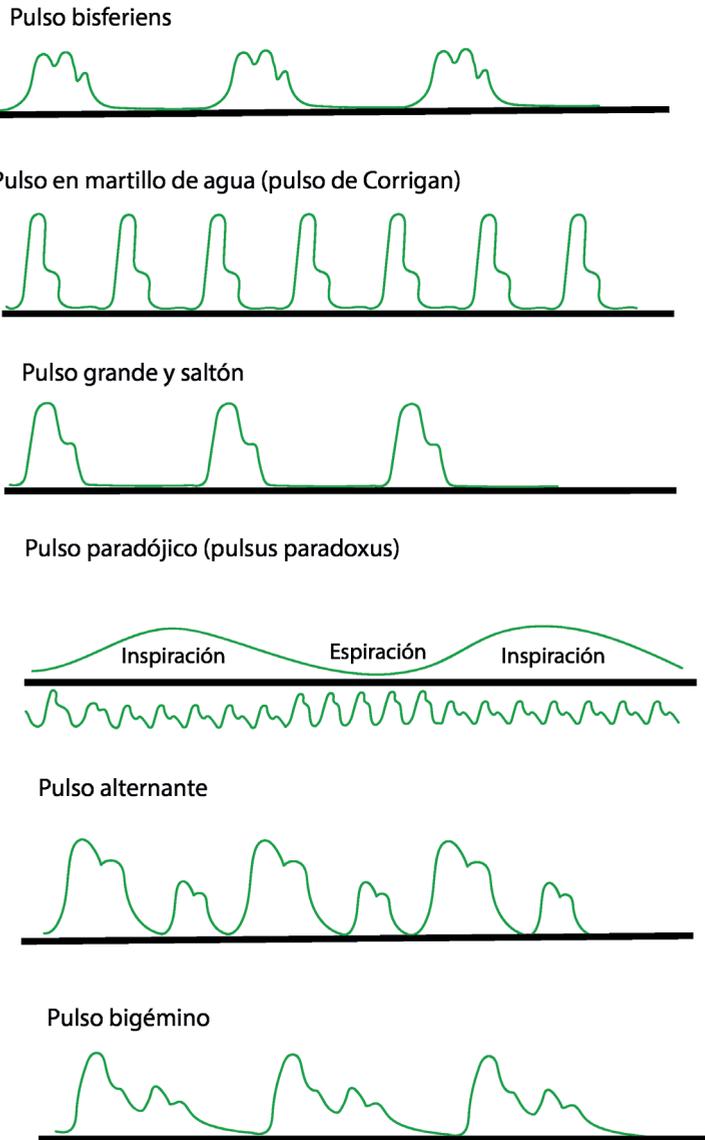
La amplitud del pulso es el grado de expansión que sufre la pared de la arteria, durante cada onda de pulso. Desde el punto de vista fisiológico, la amplitud de la onda de pulso debe ser igual en ambas extremidades.

Se pueden presentar alteraciones en cuanto a la amplitud del pulso, entre las que encontramos: **Pulso parvus** (amplitud disminuida); **Pulso alternante**: Alterna una onda de pulso de gran amplitud, con una de pequeña amplitud; **Pulso biferiens**: Pulso con dos picos de onda de pulso; **Pulso bigémino**: Una onda normal acompañado de una onda prematura; **Pulso paradójico**: Marcada disminución de la amplitud de la onda pulsátil durante la inspiración y un aumento de la amplitud durante la espiración; **Pulso en martillo de agua (Corri-gan)**: Presenta una amplitud mayor de la esperada, un rápido aumento de una onda estrecha, acompañado de un descenso súbito en la amplitud (Ball, 2019). Ver **Figura 10**.

Tensión arterial:

La tensión arterial representa la presión que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias, la cual le permite llegar a las diferentes partes del organismo a través del sistema cardiovascular. El sistema cardiovascular incluye dentro de sus estructuras arterias grandes como la aorta y varias de sus ramas como las carótidas, las subclavias, etc. que tienen como característica fundamental que sus paredes son bastante elásticas. Esta capacidad les permite a las arterias generar una energía potencial durante la contracción del corazón, la cual se disipa durante la relajación cardiaca. Las arteriolas que son las partes más distales del sistema cardiovascular actúan como vasos de resistencia o de capacitancia para regular la presión ejercida sobre las paredes arteriales distribuyendo la sangre hacia los capilares. Gracias a la elasticidad de los grandes vasos arteriales, sumado a la resistencia que ofrecen las arterias de menor calibre y los capilares, garantizan que el flujo alternante que se genera por la sístole y diástole ventricular, se transforme en un flujo continuo y permanente. En cuanto al lecho venoso, el cual presenta una presión menor que el arterial, este transporta la sangre desde los diferentes tejidos corporales y los regresa al corazón, garantizando así que el gasto cardiaco sea el adecuado para mantener una presión sanguínea adecuada. (Keith, LM, Dalley, 2017).

Figura 10
Registros de los diferentes tipos de pulso.



Fuente: Adaptado de (Ball, 2019)

Los ruidos de Korotkoff:

En 1905, Nikolai Korotkoff mientras examinaba a sus pacientes descubrió unos sonidos que se presentaban durante la auscultación de las arterias y que en la actualidad llevan su nombre. Estos ruidos se generan por la turbulencia que se genera en el flujo sanguíneo después de liberar la presión que se está ejerciendo con el brazalete del tensiómetro sobre la arteria. En condiciones normales, la sangre circula dentro de las arterias en una misma dirección y su movimiento adquiere unas características laminares y silentes (silenciosos). Este movimiento de la sangre al interior de un tubo cerrado, también presenta otra característica y es que la sangre que está en el centro del flujo sanguíneo se mueva a una mayor velocidad, comparada con la sangre que está en contacto con las paredes de las arterias (pues esta última tiene mayor rozamiento por las paredes de las arterias) (Mahlon H. Delp; Robert T. Manning, 1970).

Cuando el flujo sanguíneo atraviesa una arteria con un diámetro que se ha reducido bruscamente, el flujo laminar que traía se altera en su totalidad, generando así que la sangre tome diversas direcciones y forme una turbulencia o remolino dentro de esa porción del vaso sanguíneo. Este fenómeno que se presenta en la sangre hace que pierda no solo su cualidad de ser laminar, sino que también deja de ser silente, permitiendo así ser escuchado por medio de un fonendoscopio. Dicho sonido presentará diferentes intensidades del sonido que produce dependiendo del grado de obstrucción que se esté presentando al paso de la sangre. Precisamente, este fue el fenómeno que describió Korotkoff en sus experimentos. Para poder percibir estos ruidos, la mejor forma es cuando realizamos la toma de la tensión arterial por el método auscultatorio. Este método se realiza mediante el uso de un tensiómetro ya sea de mercurio o aneroides (aire). El tensiómetro debe colocarse alrededor del brazo y llenarse con aire hasta que la presión obstruya o cierre la arteria braquial impidiendo así la circulación de la sangre. Una vez alcancemos la presión necesaria para cerrar la arteria, colocaremos el fonendoscopio sobre la arteria antecubital y empezamos a desinflar el tensiómetro de una forma lenta y constante. Tan pronto como la presión que se está ejerciendo sobre la arteria sea ligeramente menor a la presión sistólica, el flujo represado antes de la obstrucción generada por el brazalete, vence la obstrucción que este está haciendo y el flujo sanguíneo empieza a generar una turbulencia que golpea las paredes del vaso sanguíneo. El primer ruido se escuchará como un “tump” de características graves, y la presión que se esté registrando sobre el manóme-

tro, me indicará el valor de la presión sistólica, la cual debe estar, en condiciones normales, por debajo de 130 mmHg. Luego seguimos desinflando el brazalete de forma lenta y constante, permitiendo así que la arteria vaya aumentando su diámetro y se escuchará que el sonido se va tornando más agudo y disminuyendo su intensidad hasta que estos desaparecen pues el diámetro del vaso sanguíneo ha recuperado su calibre normal y el flujo sanguíneo recupera sus características de ser laminar y silente. Cuando desaparecen los ruidos, la presión que esté registrando el manómetro corresponderá a la mínima presión del sistema, que es la presión diastólica que, en condiciones normales, debe estar por debajo 85mmHg (Mahlon H. Delp; Robert T. Manning, 1970).

Los valores establecidos para la tensión arterial, acorde con la Sociedad Internacional de Hipertensión, son los que se relacionan en la **Tabla 4**.

Tabla 4
Clasificación de tensión arterial

Categoría	Presión sistólica (mmHg)		Presión diastólica (mmHg)
Normal	< 130	y/o	<85
Normal alta	130-139	y/o	85-89
Hipertensión Grado I	140-159	y/o	90-99
Hipertensión Grado II	≥160	y/o	≥100

Fuente: (Unger et al., 2020)

Frecuencia respiratoria:

Se define como frecuencia respiratoria, el número de veces que el tórax se expande durante un minuto. La expansión del tórax obedece a las dos fases del proceso respiratorio que son la **inspiración y la espiración**. La respiración es un proceso mixto, es decir, parte se realiza de forma voluntaria y la gran mayoría se realiza de forma involuntaria. Para realizar adecuadamente dicho proceso, la persona debe utilizar los músculos del tórax que se ven involucrados en el mismo. Los músculos respiratorios se pueden clasificar en dos clases:

Músculos inspiratorios: Diafragma (principal), Intercostales externos, serratos anteriores, Esternocleidomastoideo y Escalenos.

Músculos espiratorios: Intercostales internos, Transversos torácicos y oblicuos del abdomen (Hall, 2016).

La inspiración es un proceso activo, pues demanda la contracción de la musculatura, trayendo como consecuencia un aumento del diámetro y volumen de la cavidad torácica, generando así una presión negativa o de succión, comparada con la presión atmosférica, lo que permite que el aire ingrese a los pulmones. Por su parte, la espiración es un proceso pasivo, pues demanda más relajación de la musculatura, trayendo como consecuencia una disminución del diámetro y volumen de la cavidad torácica, generando así una presión superior a la presión atmosférica y de esta manera expulsando el aire de los pulmones (Hall, 2016).

Los valores normales para la frecuencia respiratoria según la OPS, se relacionan en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Valores normales de frecuencia respiratoria, según grupo de edad

Grupo de edad	Frecuencia respiratoria (respiraciones/minuto)
0-3 meses	30-60
3-6 meses	30-45
6-12 meses	25-40
1-3 años	20-30
3-6 años	20-25
6-12 años	14-22
> 12 años	12-18

Fuente: (Keith Kleinman, Lauren McDaniel, 2020)

Una frecuencia respiratoria por encima de los valores normales establecidos para la edad se denomina **taquipnea** y una disminución se denomina **bradipnea**.

Temperatura:

La temperatura es el grado de calor o frío que una persona experimenta como consecuencia del balance entre la producción y pérdida del mismo. La temperatura corporal proviene de las reacciones bioquímicas exotérmicas que se llevan a cabo constantemente dentro de nuestro cuerpo. Esta temperatura garantiza el normal funcionamiento de los órganos y tejidos. Gracias a las propiedades del agua contenida en la sangre, el calor producido en el interior, se va distribuyendo por todo el cuerpo y disipando finalmente hacia el exterior, con miras a que el valor de temperatura se mantenga dentro de valores estables. Los seres humanos son clasificados como **homeotermos**, que significa que mantienen su calor corporal en valores muy estables, a pesar de los cambios de temperatura del medio ambiente (B. Pharm, 2015).

Los valores normales de temperatura corporal se encuentran entre 36 °C-37 °C. Cualquier valor por encima de 37 °C, se denomina **hipertermia o fiebre** (Este último término es utilizado generalmente cuando el aumento de la temperatura se debe a procesos infecciosos), y si está por debajo de 37 °C, se denomina **hipotermia** (B. Pharm, 2015).

La temperatura corporal se puede medir en varias partes: Boca, axila y recto. La temperatura axilar es en promedio 1 °C menor a la temperatura oral y esta última es 0,5 °C – 1 °C menor que la temperatura rectal.

PROCEDIMIENTO:

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Ubique a la persona a examinar en una posición sentada y cómoda por al menos 5 minutos.
- Ubicar el pulso carotídeo: Coloque los dedos índice y medio en el borde posterior del ala (derecha o izquierda) del cartílago tiroides. Desplace los dedos en dirección posterior, hacia el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo. En el punto medio de dicho trayecto, comprima suavemente con los dos dedos y sienta la onda de pulso de la arteria carótida.
- Cuente el número de pulsaciones durante un minuto.

- Ubicar el pulso radial: Coloque los dedos índice y medio en el punto medio entre la apófisis estiloides del radio y el tendón del músculo flexor radial del carpo. Comprima suavemente con los dos dedos hasta que perciba la onda de pulso de la arteria radial.
- Cuente el número de pulsaciones durante un minuto. El resultado obtenido corresponde a la frecuencia de pulso.
- Registre el valor obtenido.

Tensión arterial:

Método palpatorio:

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
Colocar el brazo izquierdo sin ropa que comprima.
- Sentar al evaluado cómodamente (posición recomendada para la toma habitual) o bien recostarse, poniendo el brazo donde se vaya a medir la TA apoyado y a la altura del corazón. Esperar en esta posición 5 minutos.
- Seleccionar el brazalete adecuado: Se recomienda que el ancho del brazalete sea de un 40% del largo del brazo (medido desde el acromion hasta el olécranon), de la persona a examinar. Ver **Tabla 6**.

Tabla 6

Dimensiones recomendadas del brazaletes, según circunferencia braquial

Edad	Circunferencia del brazo (cm)	Ancho cámara neumática (cm)	Largo cámara neumática (cm)
Escolar	22	9	18
Adolescente	26	10	24
Adulto	34	13	30
Adulto Mayor	44	16	38

Fuente: (Tagle, 2018)

- Colocar el brazaletes sobre el brazo (preferiblemente el izquierdo), teniendo en cuenta que el borde inferior del brazaletes quede a unos 2-3 cm por encima de la fosa cubital (pliegue del codo).
- Localice el pulso radial en el antebrazo donde ha colocado el brazaletes (mano izquierda para nuestro caso).
- Sin dejar de palpar el pulso radial, cierre la válvula de la perilla y empiece a inflar el brazaletes, con incrementos de aproximadamente 20 mmHg en cada insuflada, hasta que deje de palpar el pulso radial. Una vez deje de percibir el pulso radial, insufla un poco más de aire hasta unos 10-20 mmHg.
- Abra suavemente la válvula de la perilla para permitir que el aire salga del brazaletes. El desinfla debe ser a 2-5 mmHg por segundo. Registre el valor de la presión en el manómetro a la cual usted vuelve a percibir el pulso radial. Este valor corresponde a la Presión de Obliteración de Pulso (POP) o presión sanguínea sistólica.
- Registro el valor obtenido.

NOTA: Este método solo permite medir la presión sistólica.

Método auscultatorio:

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Colocar el brazo izquierdo sin ropa que comprima.
- Sentar al evaluado cómodamente (posición recomendada para la toma habitual) o bien recostarse, poniendo el brazo donde se vaya a medir la TA apoyado y a la altura del corazón. Esperar en esta posición 5 minutos.
- Seleccionar el brazalete adecuado: Se recomienda que el ancho del brazalete sea de un 40% del largo del brazo (medido desde el acromion hasta el olécranon), de la persona a examinar. Ver **Tabla 6**.
- Colocar el brazalete sobre el brazo (preferiblemente el izquierdo), teniendo en cuenta que el borde inferior del brazalete quede a unos 2-3 cm por encima de la fosa cubital (pliegue del codo).
- Calcular la presión máxima del brazalete (PMB), la cual se calcula de la siguiente manera: $PMB = POP + 30\text{mmHg}$. Esta será la máxima presión a la cual se debe inflar el brazalete, cuando estamos midiendo la presión sanguínea por el método auscultatorio.
- Colocar la campana del fonendoscopio sobre la arteria braquial (parte superomedial de la fosa cubital). En este momento no debe escucharse ruido alguno pues la arteria está ocluida.
- Abra lentamente la válvula de la perilla, para permitir que salga aire y el brazalete se empiece a desinflar. El desinflaté debe ser a 2-5 mmHg por segundo.
- Una vez se empieza a disminuir la compresión sobre la arteria braquial, se llega a un punto en el que se escucha el primer ruido de Korotkoff. Registre la presión del manómetro, en la cual escuchó el primer ruido, pues dicha presión corresponde a la presión sistólica.

- A medida que la presión del brazalete va disminuyendo, los sonidos se vuelven más fuertes y después disminuyen gradualmente hasta que ocurre una disminución súbita de la intensidad (V ruido), o desaparecen. En este momento registre la presión del manómetro, pues dicha presión corresponde a la presión diastólica.
- Registre el valor obtenido
- Repetir el procedimiento colocando al examinado en posición de bipedestación y decúbito supino.
- Compare los valores obtenidos en cada posición y por cada método y discútalos con sus compañeros de grupo.

Después de este punto, se pueden escuchar algunos ruidos muy débiles, los cuales desaparecen 5-10 mmHg más abajo. La Sociedad Americana de Cardiología, recomienda oficialmente usar el punto de desaparición de los ruidos, como el valor de la presión diastólica.

Ocasionalmente no hay desaparición de los ruidos, los cuales se pueden seguir escuchando hasta que la presión en el esfigmomanómetro llega hasta cero. Este fenómeno ha dado lugar a muchos informes equivocados de pacientes, quienes parecieran “no tener presión diastólica”, lo cual es ilógico. El error consiste en no registrar la presión diastólica en el punto en el cual ocurre un cambio súbito en la intensidad de los ruidos de Korotkoff (Mahlon H. Delp; Robert T. Manning, 1970).

Una condición clínica muy frecuente en personas adultas mayores es la presencia de hipotensión postural u ortostática, que consiste en una disminución en las cifras tensionales al colocarse una persona de pie, después de estar un tiempo acostado o sentado. Para determinar esta condición debe medirse la tensión arterial al minuto y a los cinco minutos después de colocarse de pie. Si se presenta una disminución de la tensión sistólica > 20 mmHg y/o de la tensión diastólica > 10 mmHg, se confirma el diagnóstico de hipotensión ortostática. (Mahlon H. Delp; Robert T. Manning, 1970).

Frecuencia respiratoria:

- Coloque al examinado en posición sentada o decúbito supino, por al menos 5 minutos.
- Sin alertar al examinado (hágale preguntas sobre algún tema, esto permitirá que el examinado respire normalmente, sin hacer inspiraciones o espiraciones forzadas), cuente el número de veces que el tórax se expande durante un minuto. El resultado obtenido es la frecuencia respiratoria.
- Registro el valor obtenido.

Temperatura:

- Informe al examinado el procedimiento que le va a realizar.
- Coloque al examinado en posición sentada o decúbito supino, por al menos 5 minutos.
- Tome firmemente el termómetro de mercurio por el extremo opuesto al bulbo y sacúdalo varias veces y observe que el nivel de mercurio se encuentre por debajo de los 35 °C. En caso de utilizar termómetro digital, simplemente enciéndalo.
- Coloque el bulbo del termómetro en la boca del examinado durante al menos 3 minutos.
- Retire el termómetro y observe el valor a donde llegó la columna de mercurio. En caso de utilizar un termómetro digital, simplemente observe el valor arrojado por el dispositivo.
- Repita el procedimiento anteriormente descrito, pero colocando ahora el termómetro en la axila.
- Registre los valores obtenidos para cada una de las mediciones tanto oral como axilar.

CUESTIONARIO

- ¿Por qué la sangre ejerce una fuerza sobre las paredes de los vasos sanguíneos? ¿Esta presión es constante a lo largo del ciclo cardíaco?
- Defina presión sistólica y diastólica y cuál es el significado clínico de cada una.
- ¿Por qué es necesario un brazalete acorde a la circunferencia del brazo, cuando se toma la tensión arterial?
- Mencione 5 variables fisiológicas o corporales que puedan afectar la presión sanguínea.
- Mencione 3 complicaciones para una persona que presenta hipertensión arterial.

Artículo de refuerzo: (Elliott & Endacott, 2022)

Malcolm Elliott & Ruth Endacott (2022) The clinical neglect of vital signs' assessment: an emerging patient safety issue?, Contemporary Nurse, 58:4, 249-252, DOI: 10.1080/10376178.2022.210949

PRÁCTICA No. 5

Espirometría



NOTA:

Antes de realizar la prueba, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- *No fume por lo menos 1 hora antes de la prueba.*
- *No consuma alcohol por lo menos 4 horas antes de la prueba.*
- *No realice ejercicios de fuerza por lo menos 30 minutos antes de la prueba.*
- *No use ropa ajustada que le impida respirar profundamente.*
- *Evite comer 2 horas antes de la prueba.*
- *Si usted padece alguna enfermedad pulmonar tales como asma, EPOC, enfisema pulmonar, infecciones respiratorias, etc, o consume algún tipo de medicamento para las mismas, infórmele al docente antes de realizar la práctica.*

OBJETIVOS:

- Comprender las bases físicas y fisiológicas de la ventilación pulmonar y el intercambio gaseoso que se produce durante la respiración.
- Reconocer las diferencias entre lo que es un volumen y una capacidad pulmonar.
- Discutir los métodos de medición de volúmenes y capacidades pulmonares.
- Identificar las diferencias entre las espirometrías, en cuanto a las curvas volumen- tiempo y flujo-volumen.
- Identificar los patrones obstructivos, restrictivos y mixtos con sus respectivas curvas volumen- tiempo y flujo- volumen.

MATERIALES:

- Polígrafo digital PowerLab o espirómetro clínico.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

La espirometría es una prueba que busca evaluar la función pulmonar y es la más utilizada para este fin. Esta prueba busca medir o determinar cuánto aire puede inhalar en los pulmones y cuánto puede exhalar rápidamente. La espirometría registra el movimiento de los volúmenes de aire que normalmente entran y salen con cada respiración. Estos volúmenes pueden ser volúmenes estáticos o dinámicos (“Pulmonary Function Tests,” 2014).

Volúmenes estáticos:

Existen 4 clases de volúmenes pulmonares a saber:

Volumen corriente o volumen tidal: Es la cantidad de aire que entra durante la inspiración o sale durante la espiración, cuando esta se realiza en condiciones de reposo. Este volumen es de aproximadamente 500 mL o 7 ml/kg de peso corporal (Hall, 2016).

Volumen de reserva inspiratorio: Hace referencia al volumen de aire que se puede ingresar a los pulmones, por medio de una inspiración forzada, y que es adicional al volumen corriente. Este volumen es de aproximadamente 3000 mL (Hall, 2016).

Volumen de reserva espiratorio: Es el volumen de aire que puede ser espirado, por medio de una espiración forzada, y que es adicional al volumen corriente. Este volumen es de aproximadamente de 1100 mL (Hall, 2016).

Volumen residual: Hace referencia al volumen que queda en los pulmones después de realizar una espiración forzada. En promedio este volumen equivale a 1200 mL (Hall, 2016).

Partiendo de los anteriores volúmenes, se pueden determinar también 4 **capacidades pulmonares** a saber:

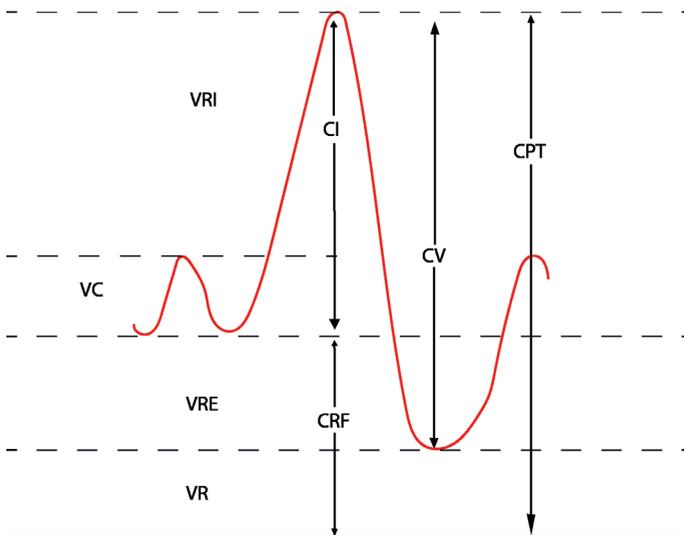
Capacidad inspiratoria: Esta hace referencia a la sumatoria de los volúmenes correspondientes al volumen corriente o tidal más el volumen de reserva inspiratoria. Representa la máxima cantidad de aire que una persona puede inspirar, comenzando en el nivel espiratorio normal y expandiendo los pulmones hasta la máxima capacidad. Su valor aproximado es de 3500 ml (Hall, 2016) .

Capacidad residual funcional: Esta capacidad resulta de sumar el volumen de reserva espiratorio más el volumen residual. Nos indica la cantidad de aire que queda dentro de los pulmones después de realizar una espiración normal o en reposo. Corresponde a un volumen de 2300 mL aproximadamente (Hall, 2016).

Capacidad vital: Esta capacidad determina el máximo volumen de aire que una persona puede espirar tras un esfuerzo inspiratorio máximo. Se obtiene sumando el volumen de reserva inspiratorio más el volumen corriente, más el volumen de reserva espiratoria y su valor aproximado es de 4,600 ml (Hall, 2016).

Capacidad pulmonar total: Como su nombre lo dice, esta capacidad hace referencia al máximo volumen de aire que pueden albergar los pulmones, posterior a realizar un esfuerzo inspiratorio máximo. Resulta de sumar la capacidad vital más el volumen residual: Su valor es de aproximadamente 5800 mL. En la **Figura 11** se muestran los diferentes volúmenes y capacidades pulmonares (Hall, 2016).

Figura 11
Volúmenes y capacidades pulmonares.



Fuente: Adaptado de (Marín Trigo, 2003).

VR: Volumen Reserva Inspiratoria. **VC**: Volumen Corriente o Tidal. **VRE**: Volumen de Reserva Espiratoria. **VR**: Volumen Residual. **CI**: Capacidad Inspiratoria. **CRF**: Capacidad Residual Funcional. **CV**: Capacidad Vital. **CPT**: Capacidad Pulmonar Total.

Volúmenes dinámicos:

Los volúmenes dinámicos reciben su nombre en virtud a que, en ellos la medición involucra la variable tiempo. Estos se miden con un espirómetro y para ello el examinado debe inspirar profundamente hasta que ingrese la máxima cantidad de aires a sus pulmones, es decir su capacidad pulmonar total y luego debe expulsar la mayor cantidad de aire en el menor tiempo posible, que dure al menos 6 segundos (Rivero-Yeverino, 2019). Los volúmenes pulmonares son los siguientes:

Capacidad vital forzada: Es el volumen máximo de aire que la persona expulsa en una espiración forzada máxima, posterior a haber llenado sus pulmones al máximo.

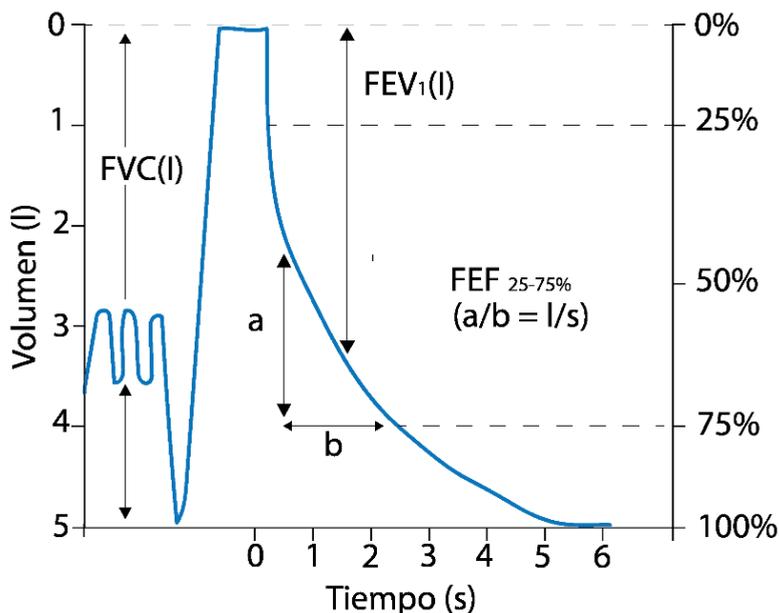
Volúmen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1): Es la cantidad o volumen de aire que la persona expulsa en el primer segundo mientras realiza una espiración forzada.

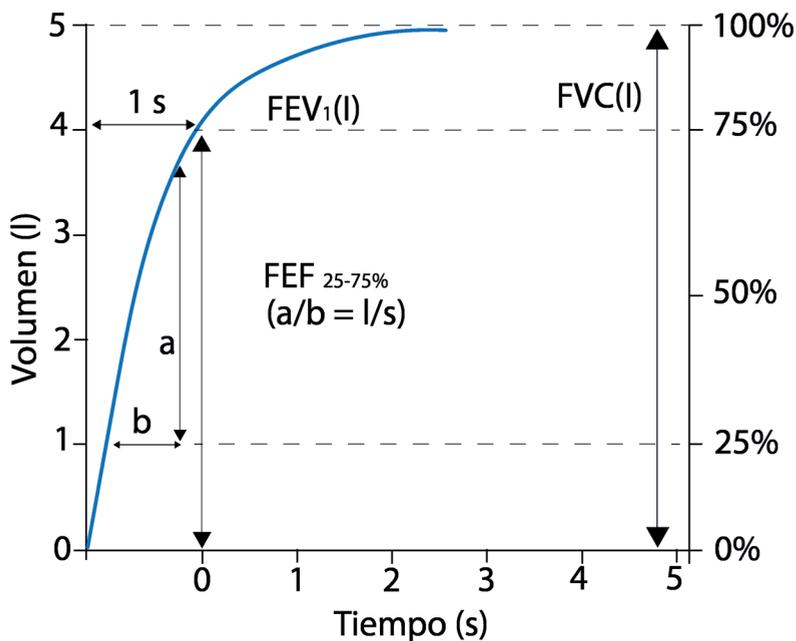
Flujo espiratorio forzado entre el 25-75% (FEF 25-75%): Este volumen mide en la parte media de la espiración forzada, es decir entre el 25-75%, correspondiendo al 50%. La utilidad de este flujo es que resulta muy sensible para detectar la obstrucción precoz de las vías respiratorias, sobre todo en las de pequeño calibre. Como se mencionó anteriormente, se obtiene identificando en el trazado espirométrico el 25% y el 75% de los puntos volumétricos de la Capacidad Vital Forzada, para posteriormente medir el volumen y el tiempo entre esos dos puntos. Su unidad de medida es en Litros/segundo (Rivero-Yeverino, 2019).

Índice FEV1/CVF (Índice de Tiffeneau): Es la relación entre el volumen espirado en el primer segundo con respecto a la capacidad vital forzada. Este valor se considera patológico cuando es menor de 0.7 o 70%. Todos los valores obtenidos se deben comparar con tablas de acuerdo con edad, talla y sexo del paciente (Rivero-Yeverino, 2019). En la **Figura 12** se pueden apreciar los volúmenes dinámicos y los flujos que arroja una espirometría.

Figura 12

Curva volumen-tiempo de una espirometría normal.





Fuente: Adaptado de (Rivero-Yeverino, 2019).

PROCEDIMIENTO

(Benítez-Pérez, Rosaura Esperanza, Torre-Bouscoulet, Luis, Villca-Alá, Nelson, Del-Río-Hidalgo, Rodrigo Francisco, Pérez-Padilla, Rogelio, Vázquez-García, Juan Carlos, Silva-Cerón, Mónica, Cid-Juárez, Silvia, & Gochicoa-Rangel, 2016).

- Verifique que el espirómetro esté calibrado y que los implementos (mangueras, sensores, conectores, etc.) estén limpios y disponibles para realizar la prueba y correctamente ensamblados al equipo.
- Indague al examinado sobre el cumplimiento de las recomendaciones hechas al comienzo de esta práctica.
- Encienda el equipo a utilizar a menos 5 minutos antes de realizar la prueba.

- Ingrese los datos solicitados por el equipo en el caso de que aplique, tales como: humedad relativa ambiental, temperatura del ambiente, altitud del sitio, edad del examinado, sexo del examinado, estatura, etc.
- Preséntese ante el examinado y pídale que se siente lo más cómodo posible e infórmele el procedimiento que le va a realizar. Así mismo permítale que se familiarice con los elementos que va a manipular.
- Verifique si existen o no contraindicaciones para realizar la prueba.
- El examinado deberá estar sentado, con la espalda recta y la cabeza ligeramente elevada.
- Explíquelo al examinado como se coloca la boquilla en la boca demostrándole que la sujete con los dientes (sin morderla), sellando muy bien la boquilla con los labios y sin obstruirla con la lengua. Permita que el examinado se familiarice con el procedimiento.
- Solicítele al examinado que respire normalmente un par de veces.
- Posteriormente, solicítele al examinado que realice una inspiración rápida y profunda en menos de 1 segundo, hasta que llene totalmente los pulmones. Acto seguido, que se coloque la boquilla en la boca y realice una espiración forzada en el menor tiempo posible (de forma explosiva) y que continúe exhalando durante al menos 6 segundos, hasta que ya no pueda expulsar más aire de los pulmones.
- Solicítele al examinado que se retire la boquilla.
- Verifique que el trazado registrado por el equipo sea el adecuado.
- Si por alguna razón el trazado no es el adecuado, deje descansar al examinado unos minutos, mientras tanto vuelva a explicarle las maniobras que debe realizar o aclare preguntas que pueda tener y repita el procedimiento.
- Interprete y discuta con sus compañeros de grupo el trazado espirométrico obtenido.

CUESTIONARIO

- Defina los principales volúmenes y capacidades que se determinan a través de una espirometría.
- ¿Qué significa el VEF1 y cuál es su significado clínico?
- Realice un cuadro donde explique los hallazgos espirométricos, que se observan en un patrón obstructivo, un patrón restrictivo y un patrón mixto.

Artículo de refuerzo: (Haynes, 2018)

Haynes J. M. (2018). Basic spirometry testing and interpretation for the primary care provider. *Canadian journal of respiratory therapy : CJRT = Revue canadienne de la therapie respiratoire : RCTR*, 54(4), 10.29390/cjrt-2018-017. <https://doi.org/10.29390/cjrt-2018-017>

PRÁCTICA No. 6

Sistema nervioso: reflejos

OBJETIVOS:

- Identificar a importancia del examen neurológico en el ámbito clínico.
- Familiarizarse con los componentes de un examen neurológico.
- Aprender la técnica para evaluar los reflejos osteotendinosos más importantes.
- Aprender la técnica para evaluar los reflejos pupilar, consensual, corneal y de acomodación.
- Identificar el circuito neuronal de los reflejos osteotendinosos.
- Familiarizarse con la clasificación de la respuesta de los reflejos osteotendinosos.

MATERIALES:

- Martillo de reflejos.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

El examen neurológico constituye un elemento esencial dentro de la práctica clínica, pues nos permite determinar el adecuado funcionamiento del sistema nervioso, a través de las respuestas que este da a los estímulos externos. Este examen nos permite identificar diversos tipos de enfermedades y su ubicación a nivel del sistema nervioso. Las enfermedades neurológicas pueden presentar una gran variedad de signos y síntomas a nivel cognitivo, comportamental, visual, motor y sensitivo. La presencia de ciertos hallazgos en el examen neurológico, permiten detectar de manera oportuna enfermedades neurológicas y condicione que pueden poner en riesgo la vida de una persona o afectar su calidad de vida (Shahrokhi M, 2023).

El examen neurológico puede ser retador en virtud a que puede ser difícil de realizar en niños, adultos mayores o pacientes poco colaboradores. De igual forma, hay que tener presente que las respuestas neurológicas a una misma maniobra son diferentes en niños que en adultos. Un examen neurológico debe incluir el análisis del estado de conciencia, pares craneales, componente motor y sensitivo, marcha, equilibrio, reflejos y signos de irritación meníngea (Shahrokhi M, 2023).

La escala de Glasgow relacionada en la **Tabla 7**, es la más utilizada para evaluar el estado de conciencia de una persona, principalmente cuando ha sufrido un trauma cráneo-encefálico. Esta escala fue creada en 1974 por Bryan Jennett y Graham Teasdale y evalúa tres componentes a saber: Apertura ocular, Respuesta Verbal y Respuesta motora. Cada una de estas respuestas tiene una ponderación establecida. Según la puntuación obtenida en la valoración, se puede interpretar así: *Trauma cráneo-encefálico leve*: 13-15 puntos; *Trauma cráneo-encefálico moderado*: 9-12 puntos; *Trauma cráneo-encefálico severo*: menos de 9 puntos (Teasdale & Jennett, 1974). El estado mental de un individuo se empieza a evaluar desde el interrogatorio. Se analiza la ubicación del examinado en persona, tiempo y espacio, así como la congruencia y pertinencia de las respuestas que da a cada una de las preguntas, el grado de memoria, el lenguaje utilizado y el estado de ánimo que presenta la persona (Shahrokhi M, 2023).

Tabla 7
Escala de Glasgow

Variable	Respuesta	Puntaje
Apertura ocular	Espontánea	4 puntos
	A estímulos verbales	3 puntos
	Ante un estímulo doloroso	2 puntos
	Ausencia de apertura ocular	1 punto
Respuesta verbal	Orientado correctamente	5 puntos
	Paciente confuso	4 puntos
	Lenguaje inapropiado	3 puntos
	Lenguaje incomprensible	2 puntos
	Carencia de actividad verbal	1 punto
Respuesta motora	Obedece órdenes correctamente.	6 puntos
	Localiza estímulos dolorosos.	5 puntos
	Responde al estímulo doloroso, pero no localiza.	4 puntos

Variable	Respuesta	Puntaje
	Respuesta con flexión anormal de los miembros.	3 puntos
	Respuesta con extensión anormal de los miembros.	2 puntos
	Ausencia de respuesta motora	1 punto

Fuente: (Teasdale & Jennett, 1974)

La evaluación de los 12 pares craneales: (Olfatorio I), Óptico (II), Oculomotor (III), Troclear (IV), Abducens (VI), Trigémino (V), Facial (VII), Vestibulococlear (VIII), Glossofaríngeo (IX), Vago (X), Espinal accesorio (XI) e Hipogloso (XII), nos da una información valiosa sobre daños a nivel cerebral y tallo cerebral (Keith, LM, Dalley, 2017). **Ver Figura 13.**

La evaluación del componente motor, incluye la inspección de los músculos en busca de deformidades, asimetrías, atrofas, debilidades musculares, evaluación de rangos de movimiento de las articulaciones e identificación de flacidez o espasticidad que nos permita diferenciar lesiones de motoneurona inferior o superior respectivamente (Shahrokhi M, 2023).

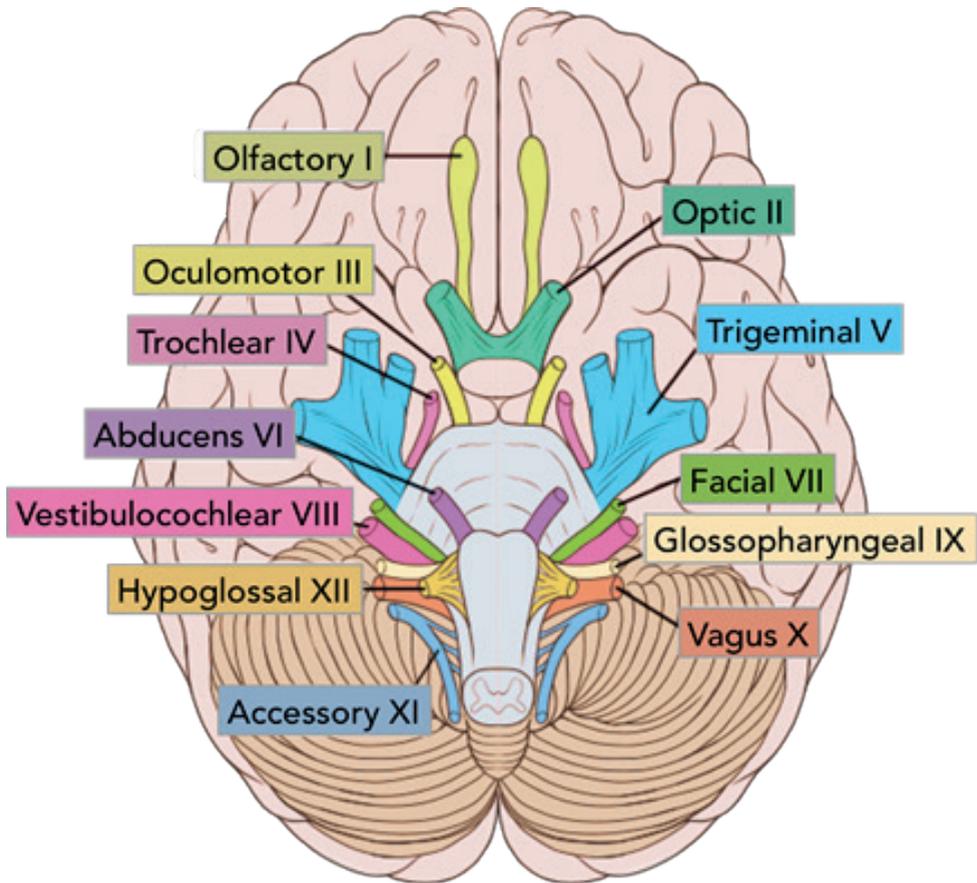
La evaluación del componente sensitivo abarca entre otros aspectos los síntomas de aumento o disminución de las percepciones como el dolor, la temperatura, la vibración y la posición corporal. El análisis de la marcha se puede hacer a simple vista observando como ingresa el paciente al consultorio. Hay que tener en cuenta que los cambios en la marcha pueden obedecer a múltiples factores, tales como debilidades musculares, neuropatías, cambios por artritis o artrosis, sobrepeso, etc. El análisis de la marcha involucra evaluar la postura, el paso, el balance y el golpe del talón. Esto lo podemos evaluar solicitándole al examinado que camine en la punta de los pies, los talones o caminando en “tándem”, es decir, el talón del pie de adelante, toque la punta del pie que está detrás, cuando se ubican en línea recta (Shahrokhi M, 2023).

Finalmente, la evaluación de los reflejos osteotendinosos nos da una idea sobre el adecuado funcionamiento del componente motor del sistema nervioso central. Los reflejos miotáticos o de estiramiento constituyen la manifestación más sencilla del funcionamiento del huso muscular. En este reflejo, siempre que se estira una fibra muscular,

dicho cambio es censado por el huso muscular, el cual desencadenará como respuesta refleja, una contracción de la fibra muscular. El circuito neuronal de un reflejo miotático se puede observar en la **Figura 14** (Hall, 2016).

Figura 13

Ubicación de los Nervios craneales.



Fuente: By Patrick J. Lynch (TeachMe & Anatomy, 2023)

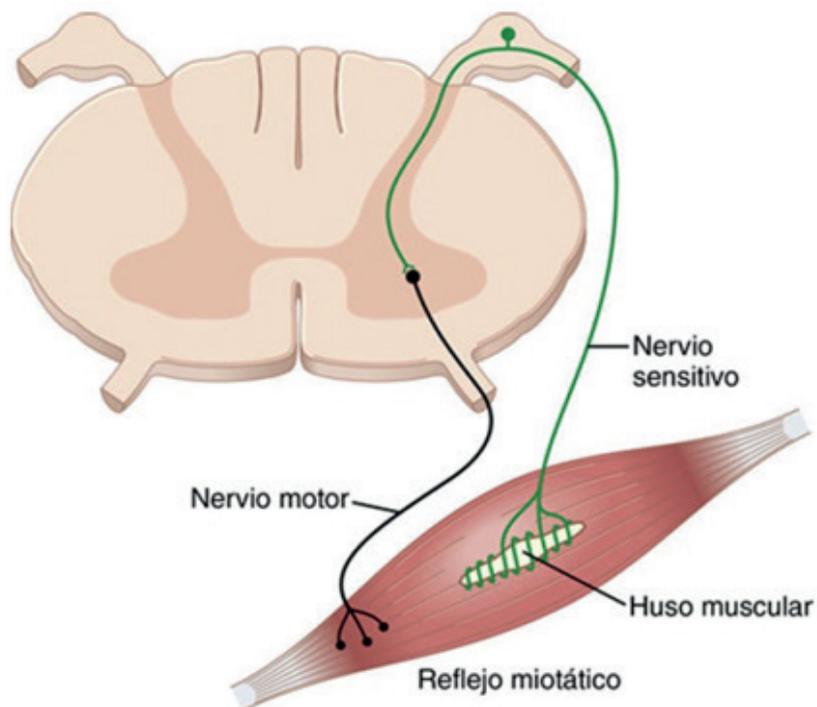
Los reflejos osteotendinosos, se clasifican según la respuesta obtenida al momento de evaluarlos, según se observa en la **Tabla 8**.

Tabla 8
Clasificación de las respuestas reflejas

Grado	Respuesta observada
Grado 0	Reflejo ausente (Arreflexia). No se evidencia respuesta.
Grado 1 (+)	Reflejo presente pero disminuido (Hiporreflexia).
Grado 2 (++)	Normal. Reflejo presente con desplazamiento del segmento corporal accionado por el músculo.
Grado 3 (+++)	Reflejo presente pero con aumento de su intensidad (Hiperreflexia)
Grado 4 (++++)	Clonus.

Fuente: (Gopal Krushna Pal, 2010)

Figura 14
Circuito neuronal del reflejo miotático.



Fuente: Tomado de (Hall, 2016)

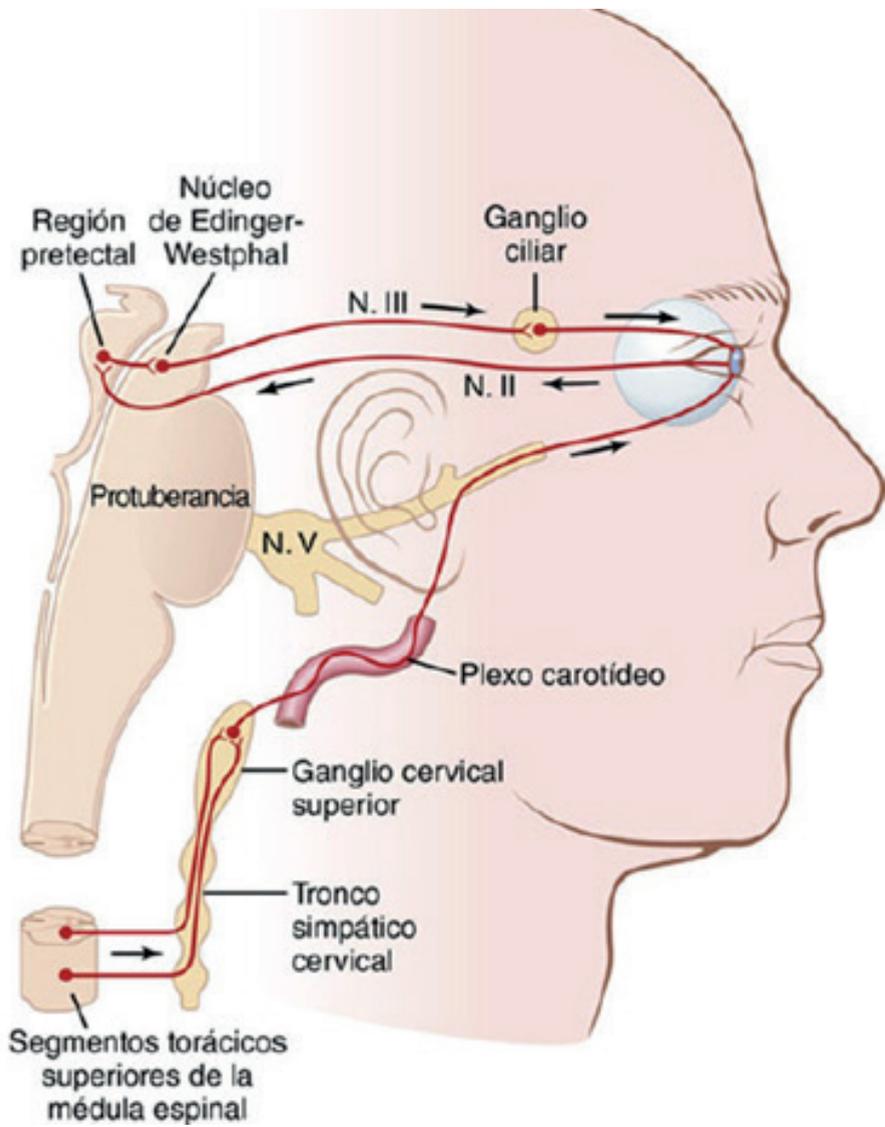
En cuanto a los reflejos oculares, estos están regulados por fibras simpáticas y parasimpáticas. Las fibras preganglionares parasimpáticas se originan en el núcleo de Edinger-Westphal y viajan por el III par craneal hasta el ganglio ciliar. A partir de allí se genera la inervación del globo ocular a través de los nervios ciliares, los cuales ejercen su efecto sobre el músculo ciliar que regula la capacidad de enfoque del cristalino y el esfínter de iris que regula el tamaño de la pupila (Hall, 2016).

En cuanto a la inervación simpática, esta se origina en la asta intermediolateral del primer segmento torácico de la médula espinal. Desde dicho punto, las fibras simpáticas ascienden hasta el ganglio cervical superior donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares, generando posteriormente los nervios que llegarán hasta las fibras radiales del iris (apertura pupilar) y los músculos extraoculares (Hall, 2016).

El mecanismo que permite enfocar los objetos sobre la retina recibe el nombre de acomodación y depende de la contracción o relajación del músculo ciliar del ojo. Este fenómeno está regulado por mecanismos de retroalimentación negativa, que permite modificar el poder dióptrico del cristalino (Hall, 2016).

En cuanto al reflejo pupilar o fotomotor, este es el que controla la cantidad de luz que ingresa al ojo. La vía neuronal de este reflejo está regulada por los pares craneales II y III. Cuando la luz incide en la retina, el estímulo del nervio óptico es llevado hasta los núcleos pretectales y desde allí pasan al núcleo de Edinger-Westphal, desde donde regresan al esfínter del iris para modificar su diámetro (Hall, 2016). La Figura 15, muestra la inervación del ojo y el arco reflejo fotomotor.

Figura 15
Inervación del ojo y arco reflejo fotomotor.



Fuente: Tomado de (Hall, 2016)

PROCEDIMIENTO

Reflejo rotuliano

- Infórmele al examinado el procedimiento que va a realizar.
- Permita que el examinado esté sentado sobre una camilla, de manera que las rodillas queden flexionadas y los pies suspendidos en el aire y completamente relajado.
- Identifique el tendón del músculo cuádriceps y pálpelo con el dedo índice, justo por la parte superior de la rótula, ver **Figura 16**.
- Utilizando el martillo de reflejos sostenido entre los dedos índice y pulgar, moviendo solo la muñeca del examinador, propine un golpe certero y rápido sobre el tendón del cuádriceps del examinado, justo por debajo de la rótula.
- Se deberá obtener como respuesta, una extensión de la pierna. El reflejo homólogo del lado contralateral, también se deberá observar simultáneamente.
- Si el reflejo no se obtiene, repita el procedimiento, pero esta vez ordénele al examinado que entrelace los dedos de las manos y haga fuerza tratando de separarlas (maniobra de Jendrassik). Ver **Figura 17**.
- Clasifique la respuesta obtenida, según la **Tabla 8**.
- Realice el mismo procedimiento evaluando los siguientes reflejos, según se muestran en las figuras correspondientes: Reflejo Bicipital (Ver **Figura 18**), Reflejo Tricipital (Ver **Figura 19**), Reflejo Braquiorradial (Ver **Figura 20**), Reflejo Aquiliano (Ver **Figuras 21^a** y **21^b**). En todos los reflejos, se deberá observar la contracción del músculo involucrado, con la correspondiente extensión o movilización del segmento distal.
- En cuanto al Reflejo Plantar (Ver **Figura 22**). Utilice la punta del martillo de reflejos o la punta del dedo pulgar y con cierta fuerza desplácelo por el borde externo del pie desde el talón hasta los dedos del pie, sin que el proceso sea doloroso. La respuesta debe ser una flexión plantar y de los dedos del pie.

- Evalúe todos los reflejos de forma bilateral y registre los resultados.

- Ahora, con la ayuda de una linterna, evalúe los siguientes reflejos:

o Reflejo Fotomotor: Solicítele al examinado que permanezca con los ojos cerrados durante 10 minutos. Posterior a este tiempo, abra el párpado del ojo a examinar y aplique luz directa sobre el mismo y observe los cambios que se observan en la pupila sobre la que está aplicando la fuente de luz.

o Reflejo Consensual: Repita el procedimiento realizado para el reflejo fotomotor, pero esta vez observe la reacción que se presenta en el ojo contrario al que se aplica la fuente de luz.

o Reflejo Pupilar de acomodación: Con luz natural adecuada observe los cambios que se presentan en las pupilas del examinado, cuando este observa un objeto lejano o un objeto colocado a 10 cm de distancia.

o Reflejo Corneal: Solicítele al examinado que mira al frente, luego, con un pequeño pedazo de algodón o con un copito toque muy suavemente la zona lateral de la córnea. La respuesta que debe esperarse es una oclusión de ambos párpados y una elevación del globo ocular.

o Registre los resultados.

Figura 16
Sitio para la obtención del reflejo Rotuliano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17
Maniobra de Jendrassik.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18
Sitio para la obtención del reflejo Bicipital.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19
Sitio para la obtención del reflejo Tricipital.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20
Sitio para la obtención del reflejo Braquiorradial.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21a
Sitio para la obtención del reflejo Aquiliano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21b
Sitio para la obtención del reflejo Aquiliano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Sitio para la obtención del reflejo Plantar.



Fuente: Elaboración propia.

CUESTIONARIO

- Describa la importancia clínica de la evaluación de los reflejos osteotendinosos.
- ¿Qué significan los términos “Síndrome de motoneurona superior” y “Síndrome de motoneurona inferior” y como se manifiestan clínicamente?
- Mencione 3 reflejos patológicos y cuál es la explicación neurofisiológica para que esto se presenten.
- Realice un esquema donde se muestren las vías nerviosas de los reflejos corneal, pupilar, de acomodación, fotomotor y consensual.

Artículo de refuerzo: (Lin-Wei et al., 2021); (Macdonald et al., 2017)

Lin-Wei, O., Xian, L. L. S., Shen, V. T. W., Chuan, C. Y., Halim, S. A., Ghani, A. R. I., Idris, Z., & Abdullah, J. M. (2021). Deep Tendon Reflex: The Tools and Techniques. What Surgical Neurology Residents Should Know. The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS, 28(2), 48-62. <https://doi.org/10.21315/mjms2021.28.2.5>

Macdonald NK, Kaski D, Saman Y, Al-Shaikh Sulaiman A, Anwer A and Bamiou D-E (2017) Central Positional Nystagmus: A Systematic Literature Review. Front. Neurol. 8:141. doi: 10.3389/fneur.2017.00141

PRÁCTICA No. 7

Sentidos especiales: visión, audición

OBJETIVOS:

- Familiarizarse con las pruebas que existen para determinar el campo visual, punto ciego, agudeza visual y visión en color en una persona y su importancia clínica.
- Identificar los defectos de refracción que se presentan en la visión de las personas.
- Familiarizarse con las pruebas para evaluar el sentido de la audición.
- Describir los principios que rigen las pruebas de diapasones para evaluar la audición.
- Diferenciar la conducción aérea y ósea en el proceso de la audición.

MATERIALES:

- Ocluser visual adhesivo.
- Objeto a manera de lapicero con una punta de color blanco y otra de color rojo.
- Carta de Snellen.
- Carta de Ishihara.
- Diapasón (256 ó 512 z).
- Cronómetro.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

La luz se propaga en el aire a una velocidad de 300000 Km/s, pero dicha velocidad puede reducirse si dichos rayos de luz se desplazan a través de un cuerpo sólido o líquido. Cuando esto ocurre, la diferencia de velocidades en cada uno de los medios, determina un cociente, que recibe el nombre de índice de refracción. Es decir, si un rayo de luz atraviesa un vidrio y en este su velocidad es de 200000 Km/s, el

índice de refracción del vidrio será el resultado de dividir 300000 (velocidad de la luz en el aire), entre 200000 (velocidad de la luz en el vidrio), lo que daría un resultado de 1,5. El ojo humano se compone de diferentes estructuras tales como la córnea, humores acuoso y vítreo y el cristalino, los cuales tiene índices de refracción específicos.

Cuando los rayos de luz chocan contra una superficie de manera perpendicular a la misma, no sufren desviación alguna, pero cuando chocan con cierto grado de inclinación, el rayo de luz se desvía de la dirección que traía, generando así un ángulo que se denomina *ángulo de refracción* (Hall, 2016).

El ojo humano puede presentar alteraciones en el proceso óptico que se lleva cuando miramos los objetos, tales como la miopía, hipermetropía, la presbicia, el astigmatismo. Cuando el ojo no presenta alteraciones de la refracción recibe el nombre de *ojo emétrepe*. Estos defectos se pueden identificar mediante un examen de la agudeza visual. Así mismo es necesario evaluar el campo visual de una persona, así como la capacidad de identificar los colores de los objetos.

Campo visual: El campo visual es la zona de visión que detecta cada ojo en un momento específico. Las imágenes percibidas en la zona nasal, reciben el nombre de *campo visual nasal*, mientras que las imágenes percibidas hacia la periferia, reciben el nombre de *campo visual temporal*. La campimetría nos permite identificar puntos ciegos en las diferentes porciones de la retina. La campimetría nos permite diagramar los puntos donde aparecen los objetos en el campo visual de la persona. En todas las campimetrías siempre aparece un punto ciego, el cual corresponde al disco óptico, debido a la ausencia de conos y bastones en dicha zona. Este punto se ubica aproximadamente a unos 15° lateral al punto central de la visión. Cualquier punto ciego que se encuentre en sitios diferentes al anteriormente mencionado, se denominan *escotomas*, y son productos de daños en el nervio óptico por condiciones como el glaucoma, tóxicos, irritaciones o retinitis pigmentarias (Hall, 2016).

Esta técnica detecta el estímulo, comparándolo con el campo visual del examinador. Las características más destacables de esta técnica es que es una medida cualitativa, que nos sirve únicamente para detectar defectos severos, pero pese a que se trata de una técnica tradicional tiene una gran relevancia, ya que se sigue utilizando hoy en día para tener una primera idea sobre si hay alteración en el

campo visual, ya que no requiere tecnología y se puede hacer en cualquier lugar y en cualquier momento (Castaño P, Andrés, Fernández, Verónica, Galano, Sergio, & Gómez, 2014).

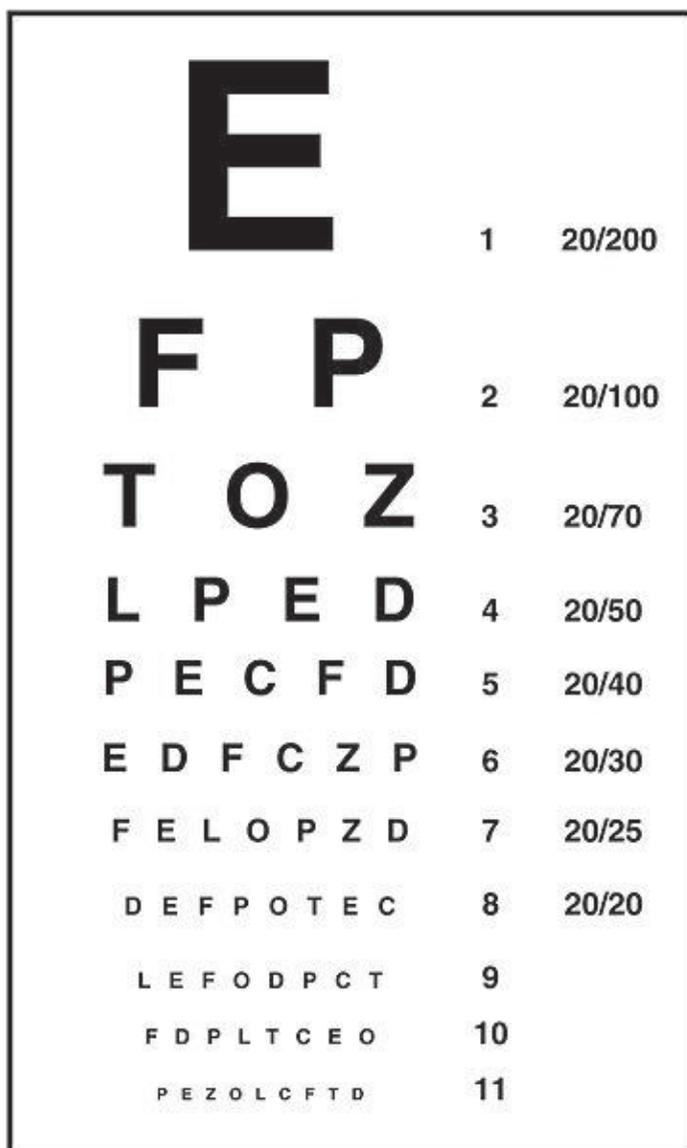
Agudeza visual: Es la capacidad que tiene el ojo humano para diferenciar dos puntos de luz como diferentes, cuando estos rayos chocan con el ojo formando un ángulo de 25s entre ellos. Es decir que una persona con agudeza visual normal, puede distinguir dos puntos luminosos, como elementos independientes, ubicados a una distancia de 10m, siempre y cuando estén separados entre 1,5 -2 mm (Hall, 2016).

La agudeza visual es un mecanismo que relaciona la retina y la corteza visual y puede verse afectada por factores como: la iluminación de la superficie, el tamaño del objeto y la distancia a la que se encuentra del ojo, la longitud de onda de la luz y el tiempo de exposición. Los defectos refractivos que puedan tener cualquiera de las lentes que componen el ojo, hacen que el objeto se proyecte antes o después de la retina, trayendo como consecuencia que este se vea borroso.

La agudeza visual es mayor en la fovea donde hay mayor cantidad de conos y disminuye a medida que se aleja de esa área. La agudeza visual se evalúa a través de la carta de Snellen (Ver **Figura 23**), la cual se compone de diferentes caracteres de diversos tamaños, los cuales son de color negro sobre fondo blanco (Ghai, 2012). La agudeza visual normal se reporta como 20/20, que significa que la persona puede ver a 20 pies, las letras o caracteres que por su tamaño deben verse cuando la carta de Snellen está a dicha distancia.

Visión en color: Los conos son las células de la retina especializadas en identificar los colores. El ojo humano es capaz de detectar casi todos los grados del color, siempre y cuando los colores rojo, verde y azul se mezclan o combinan adecuadamente. Con base en los experimentos realizados sobre la visión en color, se ha logrado comprobar que las sensibilidades espectrales de los tres tipos de conos son idénticas a las curvas de absorción de la luz para los tres tipos de pigmentos presentes en estas células (Hall, 2016).

Figura 23
Carta de Snellen.



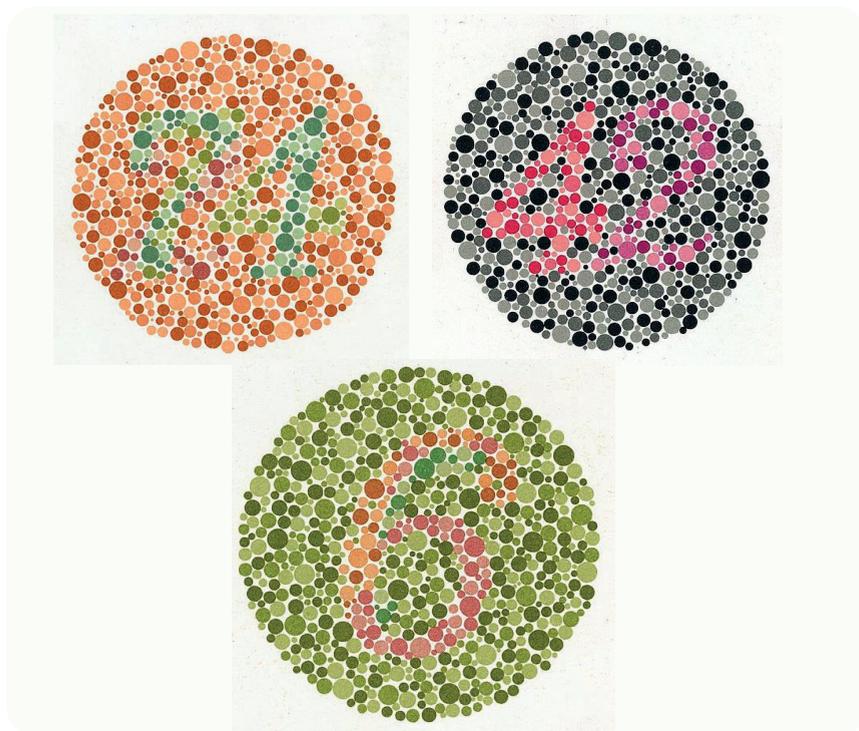
Fuente: by OpenStax College is licensed under CC BY 3.0.

Cuando un ojo no posee un grupo de conos receptores para determinado color, la persona es incapaz de diferenciar algunos colores, condición que recibe el nombre de *daltonismo*. Cuando faltan los conos para el rojo o para el verde, se dice que tiene un *daltonismo rojo-verde*.

Una persona que carezca de conos rojos, se dice que tiene una *protanopía*. Un daltónico sin conos verdes sufre *deuteranopía* (Hall, 2016).

La evaluación de la visión en color se realiza por medio de las cartas de Ishihara (Ver **Figura 24**), en las cuales se disponen de manera confusa una mezcla de puntos de diferentes colores y la persona evaluada tiene que identificar los números que aparecen en ellas.

Figura 24
Carta de Ishihara.



Fuente: Europe Wellcome L0059160.jpg" is licensed under CC BY 4.0.

En cuanto al sentido de la audición podemos decir que el sonido es una onda que viaja en la misma dirección a través de un medio, en este caso el aire, alternando entre zonas de alta y baja presión. Estas ondas son generadas por la vibración de objetos, y son percibidas por nuestros oídos como sonidos (Ghai, 2012).

El oído humano es un órgano altamente especializado que está conformado por el pabellón auricular, el conducto auditivo externo, la membrana timpánica, la cadena de huesecillos y la cóclea ubicada en el oído interno. Entre las características del sonido se encuentran el tono, la intensidad y el timbre. El sonido puede transmitirse tanto por vía aérea como por vía ósea.

El tono es la percepción de la frecuencia del sonido, a mayor frecuencia, el tono es más agudo. El rango de frecuencia audible para el humano se ubica entre los 16-20000 Hz. La frecuencia de la voz en una conversación es de aproximadamente 120Hz en hombres y 250Hz en mujeres (Ghai, 2012).

La intensidad hace referencia al volumen del sonido y constituye la percepción de la amplitud que tienen las ondas sonoras, la cual se mide en decibeles (dB). Para el caso del ser humano, la intensidad adecuada se localiza entre 0-120 dB (Ghai, 2012).

En cuanto al timbre, este hace referencia a la sensación percibida cuando escuchamos una mezcla de frecuencias relacionadas, como es el caso de los acordes en la música.

La vía auditiva involucra la participación de cuatro a seis neuronas desde el órgano de Corti hasta la corteza auditiva e incluyen al ganglio espiral, núcleo coclear, núcleo olivar, núcleo trapezoidal, lemnisco lateral, colículo inferior, cuerpos geniculados mediales, para posteriormente llegar a las áreas 41 y 42 de Brodman (Ghai, 2012).

Las alteraciones de la audición reciben el nombre de *hipoacusia*, que es cuando hay una disminución en la capacidad de escuchar los sonidos o *sordera* que es cuando no se perciben sonidos. La evaluación de la audición se puede realizar a través de exámenes clínicos utilizando diapasones o a través de estudios más completos y computarizados como es el caso de las audiometrías y los potenciales evocados. En la práctica de hoy utilizaremos los diapasones, para evaluar las vías de conducción aérea y ósea de los oídos, aplicando

las pruebas de Rinne, Weber y Schwabach. Para lo anterior se utilizarán unos diapasones, los cuales emiten sonidos puros y al hacerlos vibrar pueden ser percibidos por la vía aérea cuando se colocan cerca al orificio auditivo externo y también la vibración de estos diapasones puede ser percibida por el hueso cuando se colocan en contacto directo con la mastoides.

PROCEDIMIENTO

- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Siente al paciente y ocluya el ojo que no va a ser evaluado, ya sea con el ocluser o con la mano, sin hacer presión sobre el globo ocular.
- Siéntese frente al paciente a una distancia de 1 metro entre los ojos suyos y los del evaluado (Ver Figura 25), con los ojos tanto del examinado como del examinador a la misma altura. Cierre el ojo directamente opuesto al ojo ocluido del paciente.
- Solicite al paciente que mire sobre su ojo abierto o su nariz.
- Sostenga sus manos estáticas en el medio, entre usted y el paciente en cuadrantes opuestos, aproximadamente a 30° de la fijación central (60 cm del eje mutuo). Rápidamente muestre y luego retire uno o varios dedos en cada uno de los cuadrantes del campo visual monocular (Superior derecho, Inferior izquierdo, Superior izquierdo, Inferior derecho) (Ver Figuras 26 y 27). Para evitar confusión, limite el número de dedos que muestra a 1, 2 y 5, y sostenga los dedos lado a lado en el plano frontal. Repita en los cuatro cuadrantes, evaluando como mínimo dos veces por cuadrante. Repita el anterior procedimiento, para el ojo que estaba ocluido.
- Nuevamente solicítele al paciente que mire sobre su ojo abierto o su nariz. Ahora con el lapicero de tapa o punta blanca, desplácelo desde la periferia hasta el centro del campo visual y solicítele al examinado que le informe en qué momento aparece el objeto en el campo visual. Realice el procedimiento en diferentes ángulos en cada uno de los cuadrantes del campo visual. Repita el anterior

procedimiento, para el ojo que estaba ocluido.

- Nuevamente solicítele al paciente que mire sobre su ojo abierto o su nariz. Ahora con el lapicero de tapa o punta roja, ubíquelo en el centro del campo visual y desplácelo de forma horizontal hacia la periferia del campo visual, tanto hacia a la derecha como hacia la izquierda. Solicítele al evaluado que le informe el momento en que desaparece la punta de color rojo.

- Registre las discrepancias, si las hubo, entre el campo visual del examinado y el examinador.

Figura 25
Campimetría por confrontación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26
Campimetría por confrontación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27
Campimetría por confrontación.



Fuente: Elaboración propia.

Agudeza visual:

- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Ubique al examinado a una distancia de 6m (20 pies) de la carta de Snellen (Ver Figura 23). La carta debe estar a la altura de los ojos del evaluado y ubicada sobre una pared o zona con adecuada iluminación.
- Solicítele al evaluado que utilice el oclisor ocular para tapar uno de los ojos, sin hacer presión sobre el globo ocular y pídale que lea las letras que usted le va indicando sobre la carta de Snellen. Debe empezarse en orden descendente hasta que el evaluado ya no pueda identificar las letras señaladas. La última línea de letras que el evaluado pueda leer de manera correcta, corresponde a la agudeza visual del ojo que se está evaluando.
- Repita el procedimiento anterior, pero ahora evaluando el ojo que estaba ocluido, es decir, tapando el ojo que acaba de evaluarse. Al igual que el anterior, la última línea que el evaluado pueda leer de manera correcta, es la agudeza visual para ese ojo. No necesariamente debe ser la misma agudeza visual para ambos ojos.

• La agudeza visual se reporta a través de un fraccionario en el cual el numerador corresponde a la distancia a la cual las letras son leídas correctamente por la persona y el denominador la distancia a la cual las letras se deberían leer por una persona con visión normal. Es decir, si el evaluado solo puede leer la primera línea de la carta de Snellen, significa que su agudeza visual es de 20/200, que significa que solo pudo leer a 20 pies (6m) la letra que debería leerse normalmente a 200 pies (60m). Si la persona solo pudo leer hasta la cuarta línea de letras, su agudeza visual es de 20/50, que significa que solo pudo leer a 20 pies (6m) las letras que deberían leerse normalmente a 50 pies (15m) y así sucesivamente. Una persona con agudeza visual normal debe obtener un resultado de 20/20 y poder leer hasta la octava línea, lo que significa que pudo leer a 20 pies (6m) las letras que deberían leerse normalmente a 20 pies (6m).

Visión en color:

- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Ubique al paciente en una posición sentada y con buena iluminación natural.
- Muéstrelle las cartas de Ishihara (Ver Figura 24) al evaluado y pídale que identifique los números o imágenes que se encuentran en ellas. Para la primera carta, el evaluado debe identificar el número 74, para la segunda carta debe identificar el número 42 y para la tercera carta debe identificar el número 6.

Pruebas de diapasones

Prueba de Rinne:

- Esta prueba compara la audición de la vía aérea con la ósea en el mismo oído.

- Coloque al examinado en una posición sentado y cómoda, en una habitación en silencio.
- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Infórmele al evaluado que debe levantar la mano cuando deje de escuchar los sonidos.
- Sostenga el mango del diapasón (256 – 512Hz) entre los dedos pulgar e índice. Luego golpee uno de los brazos del diapasón contra la zona hipotenar de la otra mano.
- Con el diapasón vibrando, coloque la base del mango del diapasón sobre el proceso mastoideo del oído que está evaluando (Ver **Figura 28**). El examinado debe escuchar el sonido y pídale que levante la mano cuando deje de escucharlo. Tome nota del tiempo transcurrido desde que colocó el diapasón sobre el proceso mastoideo y la levantada de la mano del evaluado.
- Acto seguido, con el diapasón aun vibrando, colóquelo lo más cercano posible al conducto auditivo externo (Ver Figura 28). En condiciones normales, el sonido debe seguirse percibiendo y pídale al evaluado que levante la mano una vez deje de escuchar el sonido por la vía aérea. Tome nota del tiempo transcurrido desde que colocó el diapasón en la vía aérea. En condiciones normales, el tiempo de audición de la vía aérea es de aproximadamente 35s y por la vía ósea debe ser de 10 s más, es decir un total de 45s. es decir, la conducción aérea debe ser mayor que la conducción ósea
- Si lo anterior se cumple, se dice que la prueba de Rinne es positiva. Por el contrario, si oye más por la vía ósea, se dice que la prueba de Rinne es negativa. En una sordera de conducción, solo se percibe el sonido por la vía ósea y no por la vía aérea. En una sordera nerviosa, la conducción ósea como aérea estarán disminuidas en tiempo.
- Repita el anterior procedimiento para el otro oído.

Figura 28

Colocación del diapasón en la prueba de Rinne.



Fuente: Elaboración propia.

Prueba de Weber:

- Esta prueba compara la conducción ósea en ambos oídos.
- Coloque al examinado en una posición sentado y cómoda, en una habitación en silencio.
- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Sostenga el mango del diapasón (256 – 512Hz) entre los dedos pulgar e índice. Luego golpee uno de los brazos del diapasón contra la zona hipotenar de la otra mano.
- Con el diapasón vibrando, coloque la base del mango del diapasón sobre la parte media y superior del cráneo o en la mitad de la frente. El diapasón debe quedar en contacto con la piel y el hueso y estar equidistante a ambos oídos (Ver **Figura 29**).
- Pregúntele al examinado si escucha el sonido por igual en ambos oídos o lo escucha más fuerte en uno de ellos.
- En condiciones normales, el sonido debe escucharse por igual en ambos oídos. En una sordera de conducción el sonido se oye más fuerte en el oído afectado, en virtud a que el efecto de enmascara-

miento que hace el ruido ambiental, no se presenta en el oído afectado. En el caso de una sordera nerviosa el sonido se oye más fuerte en el oído sano, pues el paciente lateraliza el sonido hacia el lado sano.

Figura 29
Colocación del diapasón en la prueba de Weber.



Fuente: Elaboración propia.

Prueba de Schwabach

- Esta prueba compara la conducción ósea del evaluado con la del evaluador, asumiendo que este último tiene una audición normal.
- Coloque al examinado en una posición sentado y cómoda, en una habitación en silencio.
- Preséntese y explíquelo al evaluado el procedimiento que va a realizar.
- Sostenga el mango del diapasón (256 – 512Hz) entre los dedos pulgar e índice. Luego golpee uno de los brazos del diapasón contra la zona hipotenar de la otra mano.
- Infórmele al evaluado que debe levantar la mano cuando deje de escuchar los sonidos.
- Con el diapasón vibrando, coloque la base del mango del diapasón sobre el proceso mastoideo del oído que está evaluando. El examinado debe escuchar el sonido y pídale que levante la mano cuando deje de escucharlo.
- Una vez el examinado deje de escuchar el sonido, coloque el diapasón en su proceso mastoideo (del examinador) (Ver **Figura 30**).
- En condiciones normales el sonido no debe escucharse por parte del examinador. En una sordera de conducción, el examinado tendrá mejor conducción ósea que la del examinador. En una conducción nerviosa, la conducción ósea del examinado estará disminuida con respecto a la del examinador. Lo anterior significa que usted como examinador, puede seguir escuchando el sonido por vía ósea cuando el examinado informa que ya no lo escucha.

Figura 30

Colocación del diapasón en la prueba de Schwabach.



Fuente: Elaboración propia.

CUESTIONARIO

- ¿Cómo se define el término campo visual y cuál es la extensión normal de dicho campo?
- Describa los defectos refractivos más comunes del ojo y como se corrigen los mismos.
- Cuáles son las características del sonido que se perciben durante el proceso de la audición. Explíquelas brevemente.
- ¿Qué significan los términos “ultrasónico”, “infrasónico” y “supersónico”?
- Describa brevemente las limitaciones que presentan las pruebas de diapasones.
- Describa brevemente lo que es una audiometría y los potenciales evocados auditivos.

Artículo de refuerzo: (Strupp et al., 2020); (Wagner et al., 2022)

Strupp, Michael, Długaiczek, Julia, Ertl-Wagner, Birgit Bettina, Rujescu, Dan Westhofen, Martin Dieterich, Marianne. Vestibular Disorders. Deutsches Arzteblatt International, 2020, 117(17), 300-310. 10.3238/arztebl.2020.0300

Wagner, Isabella V, Stewart, Michael W, Dorairaj, Cyril K. Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma. Mayo Clinic proceedings. Innovations, quality & outcomes, 2022, 6 (6), 618-635. 10.1016/j.mayocpiqo.2022.09.007

PRÁCTICA No. 8

Sistema renal

OBJETIVOS:

- Reconocer las funciones principales de los riñones.
- Comprender los procesos renales básicos.
- Identificar los efectos que genera la alteración del volumen plasmático sobre la función renal.
- Analizar las implicaciones clínicas de los diferentes cambios del volumen plasmático.

MATERIALES:

- Seis (06) recipientes para recolectar orina, perfectamente limpios.
- Botella de agua potable (mínimo 1L).
- Solución salina normal al 0,9% (mínimo 1L)
- Solución de rehidratación oral (mínimo 1L)
- Picnómetro de 2 mL ó 5mL.
- Balanza analítica.
- Instrumento medidor de pH (pHmetro).
- Guantes de látex.
- Toallas de papel.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

Los riñones son órganos bilaterales que desempeñan diferentes funciones que resultan esenciales para la vida. Usualmente la función que mejor se conoce es la de eliminar productos de desecho de nuestro cuerpo, pero son más las funciones que llevan a cabo estos órganos. Entre las funciones renales encontramos:

- *Regulación del equilibrio hidroelectrolítico:* Las funciones de las células se llevan a cabo en un medio acuoso cuya composición debe estar controlada de forma muy precisa. El concepto de equilibrio establece que cualquier sustancia que ingresa al organismo debe corresponderse con la cantidad que se excreta de la misma. Los riñones se encargan de mantener ese estrecho balance entre los líquidos y electrolitos que se ingieren con los que se expulsan (Hershel Raff, 2013). Si el volumen de agua, la osmolaridad, el pH o la concentración de electrolitos se alteran, ponen en riesgo el normal desarrollo de todas las funciones celulares e incluso causar la muerte. Este equilibrio se logra gracias a la participación simultánea de los aparatos urinarios, respiratorios, digestivo, endocrino, tegumentario, nervioso, cardiovascular y linfático (Kenneth S. Saladin, 2013).

El agua corporal está distribuida entre los espacios intracelular, extracelular, este último subdividido en intersticial, intravascular y transcelular (líquido cefalorraquídeo, sinovial, peritoneal, pleural, pericárdico, humor vítreo, humor acuoso, etc.). La pérdida de agua corporal recibe el nombre de *hipovolemia* y una de sus principales causas es la *deshidratación*. Por otra parte, el exceso de líquidos recibe el nombre de *hipervolemia* y se presenta principalmente en la *hidratación hipotónica o intoxicación por agua* (Kenneth S. Saladin, 2013).

- *Regulación del equilibrio ácido-base:* Las sustancias ácidas o básicas que ingresan a nuestro organismo ya sea por la ingesta de las mismas o producto de nuestro metabolismo, constantemente alteran el pH de nuestro plasma. Los riñones deben cumplir también con esta función excretando o reteniendo ácidos o bases, según se requiera, para poder garantizar un pH dentro de los rangos fisiológicos que debe ser entre 7,35 y 7,45.

- *Excreción de sustancias de desecho metabólicas y de sustancias bioactivas:* El cuerpo humano constantemente está produciendo sustancias de desecho producto del metabolismo, los cuales ya no cumplen función alguna y deben expulsarse del organismo. Ejemplos de estas sustancias son: Urea, Ácido Úrico, Creatinina y desechos de la degradación de la hemoglobina. Así mismo, en unión con el hígado, ayudan a expulsar fármacos, hormonas y tóxicos (Hershel Raff, 2013).

- *Regulación de la presión sanguínea:* El control de la presión sanguínea, depende no solo del sistema cardiovascular, sino de la cantidad de volumen sanguíneo que hay dentro del sistema circulatorio y de la concentración de iones sodio. De igual forma, el sistema *Renina-Angiotensina-Aldosterona* es el responsable de la producción de sustancias vasoactivas que regulan el diámetro de los vasos sanguíneos (Hershel Raff, 2013).

- *Regulación de la producción de eritrocitos:* La eritropoyetina es una hormona producida a nivel de las células intersticiales peritubulares y las células mesangiales del riñón. Esta hormona se encarga de estimular la producción de eritrocitos a nivel de la médula ósea. El principal estímulo para la producción de eritropoyetina por parte del riñón es la hipoxia arterial, los cuadros de anemia o la disminución del flujo sanguíneo renal (Hershel Raff, 2013).

- *Regulación de la producción de vitamina D:* La principal producción de vitamina D en nuestro cuerpo se da con la exposición al sol (Vitamina D₃) que posteriormente pasa al hígado a transformarse en *25-hidroxivitamina D*, la cual pasa posteriormente a transformarse en *1,25-dihidroxivitamina D*, que es la forma activa de dicha vitamina para facilitar la absorción de calcio a nivel digestivo (Hershel Raff, 2013).

- *Realizar gluconeogénesis:* El sistema nervioso central es dependiente de la glucosa sanguínea. Por lo tanto, en los periodos de ayuno cuando no hay suficiente aporte de glucosa, el cuerpo empieza a producir glucosa a partir de sustratos no carbohidratos (aminoácidos o ácidos grasos), proceso que recibe el nombre de *gluconeogénesis*. A pesar que la mayor parte de la *gluconeogénesis* se lleva a cabo en el hígado, el riñón también realiza este proceso, sobre todo cuando el ayuno es prolongado (Hershel Raff, 2013)

La unidad funcional del riñón es la *nefrona*, la cual está conformada por el glomérulo renal, el túbulo contorneado proximal, las porciones descendentes y ascendentes del asa de Henle, el túbulo contorneado distal y el túbulo distal que desemboca en el túbulo colector.

Las anteriores estructuras se especializan en llevar a cabo una serie de procesos entre los que se encuentran:

- *Filtración glomerular:* La formación de orina empieza por el *filtrado glomerular*, el cual se parece mucho al plasma sanguíneo, salvo porque contiene muy pocas proteínas plasmáticas, los demás iones y solutos orgánicos de bajo peso molecular están en cantidades casi iguales que las del plasma. La cantidad de filtrado que se genera por unidad de tiempo recibe el nombre de tasa de filtración glomerular, la cual puede ser de hasta 180L/día, es decir 125mL/min en una persona normal. Esto permite que el riñón pueda excretar los productos de desecho y mantener las concentraciones del medio interno (Hershel Raff, 2013).

- *Reabsorción y secreción de sustancias en los túbulos:* El volumen final de la orina, así como la composición de la misma, varían ostensiblemente con respecto a lo filtrado en el glomérulo renal. De los 180L/día que se filtran, solo se excretan 1-1,5L/día de orina, lo que evidencia la gran capacidad de reabsorción de los componentes útiles del plasma como son los electrolitos, aminoácidos, glucosa y bicarbonato que se da a nivel de los diferentes túbulos. Así como se reabsorben agua y sustancias, también se secretan otras por parte de los túbulos, como es el caso de la urea (Hershel Raff, 2013).

- *Metabolismo por parte de los túbulos:* Como mencionamos previamente, aparte de las funciones de filtración, secreción y reabsorción, en el riñón también se llevan a cabo procesos metabólicos, como son la extracción de nutrientes orgánicos del filtrado glomerular (glucosa) y transformaciones metabólicas que buscan alterar la composición de la orina y del plasma como ocurre en el proceso de gluconeogénesis, la síntesis de amonio a partir de la glutamina y la producción de bicarbonato (Hershel Raff, 2013).

- *Regulación de la función renal:* La regulación renal se lleva a cabo gracias a la participación de señales neurológicas, hormonales y mensajeros químicos, que actúan a nivel del mismo riñón, con miras a satisfacer las necesidades del organismo. Las señales neurales se originan en el *plexo celiaco simpático*, las cuales regulan el *flujo sanguíneo renal*, la filtración glomerular y la liberación de sustancias vasoactivas. La acción hormonal se origina en las glándulas adrenales mediante la liberación de *aldosterona* y *cortisol* por parte de la corteza y de *epinefrina* y *norepinefrina* por parte de la médula adrenal. Estas acciones hormonales tienen efecto incluso a nivel del sistema nervioso central, específicamente en la

hipófisis, donde se secreta a *hormona antidiurética*, la cual será fundamental para regular la excreción de agua. De igual forma el corazón secreta péptidos natriuréticos que aumentan la excreción de sodio por parte de los riñones. Entre los mensajeros químicos que actualmente están en estudio para identificar claramente su papel, podemos mencionar el óxido nítrico, agonistas purinérgicos, superóxido y eicosanoides (Hershel Raff, 2013).

PROCEDIMIENTO

Indicaciones generales: Para realizar la presente práctica se deben tener las siguientes indicaciones, las cuales aplican para todos los estudiantes que recolectarán las muestras de orina:

- El día anterior a la prueba deben realizar una actividad con tendencia de normal a leve, es decir, abstenerse de realizar ejercicio físico, trotar o correr.
- Tomar nota de la hora a la cual realizó la última micción del día anterior.
- El día de la prueba, debe recolectar la primera orina de la mañana en el recipiente para recolectar orina y llevarlo a la práctica, se acepta máximo 1 hora después de haber tomado la muestra. Si la práctica no se realiza en las primeras horas de la mañana, la muestra debe refrigerarse en una nevera (NO EN EL CONGELADOR) y al momento de desplazarse hacia la práctica, llevar el recipiente con la muestra.
- Tan pronto se inicie el laboratorio, se debe medir el volumen de orina recolectado, la densidad y el pH.
- Cada 30 minutos, el examinado deberá recolectar una muestra de orina, así no tenga ganas, hasta completar un total de seis (06) muestras. A cada una de las anteriores muestras se les deberá realizar también las mismas mediciones que se le hicieron a la primera muestra, es decir, volumen, densidad y pH.
- El estudiante examinado deberá permanecer dentro del laboratorio en reposo y con la menor actividad física posible.

Indicaciones específicas para cada una de las prácticas: Cada grupo asumirá el análisis de las muestras de orina, según las siguientes situaciones:

Estricto ayuno: Este escenario aplica solo para los grupos que tengan horarios de práctica antes de las 8 am. El examinado deberá asistir al laboratorio en estricto ayuno, de mínimo 8 horas tanto de sólidos como de líquidos. El examinado debe permanecer en estricto reposo dentro del laboratorio y solo podrá ingerir alimentos y bebidas después de haber recolectado la sexta muestra.

Ayuno con carga de agua: Al igual que el anterior escenario, el examinado debe asistir al laboratorio en estricto ayuno, de mínimo 8 horas tanto de sólidos como de líquidos. Tan pronto llegue al laboratorio y entregue la primera orina recolectada en la mañana, deberá empezar a tomar una carga de agua equivalente a 15mL/kg de peso, la cual debe ingerir en un tiempo no superior a 15 min. Solo podrá ingerir alimentos después de haber recolectado la sexta muestra.

Ayuno con carga de solución salina: Al igual que el anterior escenario, el examinado debe asistir al laboratorio en estricto ayuno, de mínimo 8 horas tanto de sólidos como de líquidos. Tan pronto llegue al laboratorio y entregue la primera orina recolectada en la mañana, deberá empezar a tomar una carga de solución salina normal al 0,9%, equivalente a 15mL/kg de peso, la cual debe ingerir en un tiempo no superior a 15 min. Solo podrá ingerir alimentos después de haber recolectado la sexta muestra.

Dieta normal con ejercicio: En este escenario, el examinado no requiere haber realizado ayuno alguno y deberá haber consumido la dieta que normalmente ingiere. Tan pronto llegue al laboratorio y entregue la primera orina recolectada en la mañana, deberá trotar alrededor del parqueadero o de una cancha, durante 10 minutos. Luego se ubicará en el laboratorio en completo reposo para tomar las demás muestras. Solo podrá ingerir alimentos y bebidas después de haber recolectado la sexta muestra.

Dieta normal con ejercicio y solución de rehidratación oral: Al igual que en el escenario anterior, el examinado no requiere haber realizado ayuno alguno y deberá haber consumido la dieta que

normalmente ingiere. Tan pronto llegue al laboratorio y entregue la primera orina recolectada en la mañana, deberá trotar alrededor del parqueadero o de una cancha, durante 10 minutos. Luego se ubicará en el laboratorio en completo reposo para tomará la solución de rehidratación oral, equivalente a 15mL/Kg de peso, durante 15 minutos. Solo podrá ingerir alimentos y bebidas después de haber recolectado la sexta muestra.

Determinación de la densidad de un líquido por medio del picnómetro:

- Tome el picnómetro ya sea de 2ml ó 5mL que esté vacío, limpio y seco (Ver **Figura 31**). Péselo con la tapa puesta, utilizando la balanza analítica (Ver **Figura 32 y 33**).
- Llene completamente el picnómetro con la orina recolectada por el examinado y con cuidado, deje caer la tapa de tal forma que el líquido ascienda por el interior del orificio que tiene la tapa, hasta que se reboce ligeramente. Limpie el exceso de líquido que pueda quedar adherido a las paredes del picnómetro con una toalla de papel.
- Pese el picnómetro lleno de orina, tres veces, utilizando la balanza analítica (Ver **Figura 34**).
- Calcule el promedio los tres pesos obtenidos en las mediciones anteriores.
- Con el peso promedio obtenido en el punto anterior, divídalo entre el volumen del picnómetro que está utilizando, ya sean 2mL ó 5mL. Recuerde que la fórmula para calcular la densidad es: $(\rho) = m / V$. Donde ρ = densidad; m= masa; V= volumen.

Figura 31
Picnómetro.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32
Balanza analítica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33
Pesaje del picnómetro vacío en la balanza.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34
Pesaje del picnómetro lleno en la balanza.



Fuente: Elaboración propia.

Determinación del pH:

- Lave adecuadamente el electrodo del pHmetro.
- Encienda el pHmetro y verifique que funcione correctamente (Ver **Figura 35**).
- Introduzca el electrodo del pHmetro dentro de la muestra de orina y manténgalo sumergido hasta que la lectura sea constante.
- Registre el valor de pH reportado.
- Lave muy bien el electrodo para realizar las otras mediciones.

CUESTIONARIO

- Describa una patología o condición clínica en las cuales se vean afectadas cada una de las funciones renales.
- Describa una patología o condición clínica en las cuales se vean afectadas cada una de los procesos que ejecuta el riñón.
- Describas los mecanismos fisiológicos que se activan en cada una de las situaciones analizadas en la práctica de hoy.

Figura 35
pH metro.



Fuente: Elaboración propia.

Artículo de refuerzo: (Roxe DM., 1990); (Ahmad S, Maqbool A, Srivastava A, Gogoi S, Siddiqui FA, 2019).

Roxe DM. Urinalysis. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition. Boston: Butterworths; 1990. Chapter 191. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK302/>

Ahmad S, Maqbool A, Srivastava A, Gogoi S, Siddiqui FA, Panwar S. Urine Analysis Revisited: A Review. Ann. Int. Med. Den. Res. 2019; 5(1):PT22-PT32.

PRÁCTICA No. 9

Sistema digestivo

OBJETIVOS:

- Entender las funciones del sistema gastrointestinal.
- Familiarizarse con las capas funcionales del tracto digestivo y las especializaciones que contribuyen a su función.
- Identificar los segmentos del aparato digestivo y las funciones de cada uno de ellos.
- Identificar los efectos de las diferentes secreciones del aparato digestivo para realizar la digestión y absorción de nutrientes a partir de los alimentos ingeridos.

MATERIALES:

- 5 frascos de vidrio de composta.
- 2 porciones medianas de pan blanco.
- 3 porciones de 20g de carne de res (1 porción cruda entera, 1 porción cocinada entera y 1 porción cocinada triturada).
- 1 piña verde.
- Guantes de látex.
- Cronómetro.
- Revolver o palillo de madera.
- Cámara fotográfica.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

El aparato digestivo tiene la función principal de suministrar agua y nutrientes al cuerpo. Todos los alimentos que se ingieren con la dieta están compuestos por macromoléculas de carbohidratos, lípidos y proteínas, que deben degradarse a moléculas más elementales y de

fácil absorción por el intestino, proceso que recibe el nombre de *digestión*. La digestión demanda la participación de diversos segmentos del aparato gastrointestinal que incluyen desde la boca, con la masticación, hasta la parte final del *colon* y la secreción de sustancias denominadas enzimas, hacia la luz del tubo digestivo, que finalmente convertirán los alimentos en partículas que pueden cruzar el epitelio del intestino, proceso que recibe el nombre de *absorción* (Hershel Raff, 2013).

De igual forma, el aparato digestivo sirve como órgano de excreción de sustancias, que el cuerpo no necesita y no absorbe de la comida ingerida. Así mismo, el intestino cumple otra función importante como es la de defender nuestro cuerpo, pues en virtud a la continuidad que el sistema gastrointestinal tiene con el exterior, puede ser una vía de ingreso de microorganismos o sustancias letales. Para protegerse de esta situación, el aparato digestivo posee un sistema complejo de defensas, denominado *sistema inmunitario gastrointestinal* (Hershel Raff, 2013).

De otra parte, el tubo digestivo está tapizado por unas capas funcionales especializadas. La primera de ellas es el epitelio que recubre todo el tubo digestivo y está dotado de glándulas que drenan sus secreciones hacia la luz del tubo. Este epitelio es el encargado de captar de forma selectiva agua, nutrientes, electrolitos y rechazar aquellos que son perjudiciales. Este epitelio presenta una disposición a manera de *criptas y vellosidades* en el intestino, que le permiten aumentar su área de o superficie de absorción. Casi todo el epitelio intestinal es de naturaleza cilíndrica, excepto en el esófago donde el epitelio es de naturaleza *escamosa estratificada* (Hershel Raff, 2013).

En el estómago, el epitelio se especializa en células productoras de ácido y enzimas que ayudan a la digestión. A nivel del intestino se pueden observar *células de Paneth*, que se ubican en las bases de las criptas y cumplen funciones de secretar péptidos antimicrobianos. Otras células son las *caliciformes* que se encargan de producir moco. Todo este epitelio esta soportado sobre su correspondiente lámina propia y por capas musculares que reciben el nombre de *muscularis mucosae*, que es la capa por donde transcurre la inervación del *plexo submucoso*. Existe otra capa *muscular circular* que se encarga de disminuir el diámetro del tubo digestivo y de esta forma favorecer el movimiento de los alimentos (peristaltismo) y finamente de forma más externa se encuentra la *capa muscular longitudinal*. Entre estas dos

últimas capas musculares encontramos el *plexo mientérico* (Hershel Raff, 2013).

Respuesta del aparato digestivo a una comida:

Son varios los tejidos y órganos que participan en armonía al momento de ingerir un alimento, el cual pueden detectar con la sola observación, el olor o el gusto de la misma. Por ejemplo, a nivel de la *cavidad oral* encontramos los *dientes* que se encargan de triturar los alimentos en porciones más pequeñas, las *glándulas salivales*, que secretan *ptialina*, agua y moco que permiten humedecer el bolo alimenticio para facilitar su deglución. La masticación resulta fundamental para la digestión de todos los alimentos, pues tritura los mismos en pedazos más pequeños, lo cual facilita la acción de las diferentes enzimas digestivas y evita la irritación de la mucosa gastrointestinal (Hall, 2016).

El *estómago* funciona principalmente como reservorio del alimento y controla la velocidad de paso del mismo hacia el *intestino delgado*. También secreta ácido clorhídrico y pepsina (Kenneth S. Saladin, 2013).

En el duodeno, que es la primera porción del intestino delgado, junto con el páncreas (que secreta todas las enzimas necesarias para la digestión final de los alimentos) y el hígado (que secreta bilis para emulsificar las grasas) se termina el proceso digestivo y se emiten señales endocrinas que regulan el funcionamiento de segmentos proximales y distales del tubo digestivo (Hershel Raff, 2013).

Finalmente, en el *colon o intestino grueso* cumple funciones de almacenamiento de sustancias de desecho y de materiales no digeribles, así como la absorción de agua, preparando así el bolo fecal para su expulsión final en la *defecación*. El colon tiene tres regiones: el *colon ascendente*, el *colon transverso* y el *colon descendente y sigmoides*. Otros solutos como los ácidos biliares y bilirrubinas también son modificados en el colon a través de un metabolismo bacteriano (Hershel Raff, 2013).

La absorción de los nutrientes se lleva a cabo a través del sistema venoso porta hacia el hígado, donde se metabolizan todos los nutrientes y sustancias absorbidas desde el intestino y de ser necesario de detoxifican. El hígado recibe en promedio el 65% del flujo sanguíneo

por medio del sistema venoso porta y en los periodos postprandiales el flujo puede aumentar hasta el 85%. Los nutrientes de naturaleza lipídica se absorben a través del sistema linfático por medio de los quilomicrones (Hershel Raff, 2013).

En cuanto a los mecanismos de regulación endocrina, podemos mencionar algunas de las hormonas gastrointestinales que participan en la digestión, absorción y motilidad del aparato digestivo, tales como: Gastrina, Colecistoquinina (CCK), Secretina, Péptido inhibidor gástrico (GIP), Péptido intestinal Vasoactivo (VIP) y la Motilina entre muchas otras (Hershel Raff, 2013).

PROCEDIMIENTO

Procedimiento digestión de proteínas:

- Los estudiantes conformarán grupos de igual número de integrantes, según el número de estudiantes.
- El día previo a la realización de la práctica, deberán conseguir la piña verde y extraerle la parte central (corazón o tallo de la piña) y macerarla la más posible para extraer el jugo de dicha zona. El corazón o tallo de la piña posee grandes concentraciones de bromelina, la cual es una enzima proteolítica (C. et al., 2012)
- Dividir el volumen de jugo recolectado de manera proporcional en 3 frascos de vidrio (idealmente que cada frasco se llene hasta 1cm de altura) y dejarlos en reposo a una temperatura entre 5°C - 10°C. Deberán rotular los frascos con los números 1, 2 y 3 respectivamente.
- El día de la practica tomarán los 3 frascos con el jugo de la piña y colocarán las porciones de carne de la siguiente manera: Frasco No. 1: Porción de carne cruda entera, Frasco No 2: Porción de carne cocinada entera y Frasco No. 3 Porción de carne cocinada triturada. Revolver completamente las preparaciones e inmediatamente activar el cronómetro.
- Observar cada 30 minutos los cambios que se estén presentando en cada uno de los frascos y consignarlos en una tabla.

- Al cabo de 2 horas y media, observar los cambios finales de cada una de las preparaciones y tomar una fotografía de cada frasco. Indicar en cuál de los frascos se llevó a cabo una mayor degradación de la carne y explicar a qué se deben dichos resultados.

Procedimiento digestión de carbohidratos:

- Los estudiantes conformarán grupos de igual número de integrantes, según el número de estudiantes.
- El día de la práctica, tomarán 2 frascos de vidrio y entre todos los estudiantes los llenarán de saliva (idealmente que cada frasco se llene hasta 1cm de altura) y dejarlos en reposo a una temperatura entre 5°C - 10°C. Rotular cada frasco como Frasco No.1 y Frasco No.2
- Tomar un pedazo de pan blanco y colocarlo en el frasco No. 1 y en el frasco No. 2 colocar la misma cantidad de pan que la colocada en el Frasco No. 1, pero tritularlo completamente. Agitar completamente las preparaciones e inmediatamente activar el cronómetro.
- Observar cada 30 minutos los cambios que se estén presentando en cada uno de los frascos y consignarlos en una tabla.
- Al cabo de 2 horas y media, observar los cambios finales de cada una de las preparaciones y tomar una fotografía de cada frasco. Indicar en cuál de los frascos se llevó a cabo una mayor degradación del pan y explicar a qué se deben dichos resultados.

CUESTIONARIO

- Mencione las principales funciones de las diferentes partes que conforman el aparato digestivo humano.
- Mencione los sitios donde se producen las diferentes enzimas digestivas y el efecto que tienen sobre los alimentos ingeridos.
- Describa tres patologías del aparato digestivo que afecten los procesos de digestión y absorción.

- Describa la utilidad que presenta para el ser humano la ingesta de vegetales y alimentos con alto contenido de fibra.

Artículo de refuerzo: (Fikree & Byrne, 2021) (Sokic-Milutinovic et al., 2021)

Fikree, A., & Byrne, P. (2021). Management of functional gastrointestinal disorders. Clinical medicine (London, England), 21(1), 44–52. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0980>

Aleksandra Sokic-Milutinovic, Aleksandra Pavlovic-Markovic, Ratko S. Tomasevic, Snezana Lukic; Diarrhea as a Clinical Challenge: General Practitioner Approach. Dig Dis 10 May 2022; 40 (3): 282–289. <https://doi.org/10.1159/000517111>

PRÁCTICA No. 10

Sistema endocrino:

taller sobre diabetes mellitus e hipotiroidismo

OBJETIVOS:

- Identificar las partes que componen el sistema endocrino.
- Conocer los diferentes mecanismos por los que actúan las hormonas en el cuerpo humano: endocrino, paracrino y autocrino.
- Comprender los mecanismos de retroalimentación en la secreción de las hormonas.
- Familiarizarse con la fisiopatología de la diabetes mellitus.
- Familiarizarse con la fisiopatología del hipotiroidismo.

MATERIALES:

No aplica.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

Todos y cada uno de los órganos y tejidos que conforman el cuerpo humano funcionan de manera articulada como un todo. Para lograr este objetivo, estos tejidos deben establecer comunicación entre ellos, para de esta manera coordinar sus funciones. Entre los sistemas que más estrecha comunicación tienen son el sistema nervioso y el endocrino. El proceso de comunicación se lleva a cabo a través de unas sustancias que se denominan *hormonas*, que son sustancias en su mayoría de tipo proteico o lipídico (Kenneth S. Saladin, 2013).

El sistema endocrino está conformado por las siguientes estructuras:

- *El Hipotálamo* que, libera factores neuroendocrinos que actúan sobre la glándula hipófisis, tales como: *GNRH, CRH, TRH, GnRH, Somatostatina, Dopamina, Hormona Antidiurética y Oxitocina.*

- *La Glándula hipófisis* que, gracias al estímulo recibido del hipotálamo, cumple la función de coordinar o regular el sistema endocrino, liberando sustancias que actuarán estimulando a otras glándulas y tejidos del cuerpo tales como *TSH, FSH, LH, ACTH, MSH, Prolactina y Hormona del crecimiento*.
- *La Glándula tiroides* que, es la glándula endocrina más grande del cuerpo y secreta hormonas como la *T₃, T₄ y Calcitonina*, para regular el metabolismo del cuerpo.
- *Las Glándulas Paratiroides* que, secretan la *Hormona Paratiroidea*, que regula el metabolismo del calcio.
- *El Páncreas* que, en su función endocrina secreta *Insulina, Glucagón y Somatostatina* para regular las concentraciones de glucosa en el plasma sanguíneo.
- *Las Glándulas Suprarrenales* que, secretan *Cortisol, Aldosterona, Andrógenos* por parte de la zona cortical y *Adrenalina y Noradrenalina* por parte de la zona medular.
- *Los Ovarios o Testículos* que, liberan estrógenos y progesterona en los primeros y testosterona en los segundos, para garantizar el proceso reproductor de la especie humana (Hershel Raff, 2013).

Las anteriores glándulas se comunican entre ellas y con los demás tejidos por medio de cuatro vías principales de comunicación a saber: *Endocrina* (Cuando el neurotransmisor o la hormona es liberado al torrente sanguíneo para que actúe en tejidos lejano al sitio de producción de la misma); *Paracrina* (Cuando el neurotransmisor o la hormona es liberado al torrente sanguíneo para que actúe en tejidos vecinos, cercanos al sitio de producción de la misma) y *Autocrina* (Cuando el neurotransmisor u hormona es liberado para que actúe sobre la misma célula que la secretó) (Kenneth S. Saladin, 2013).

Los efectos de una hormona pueden darse a nivel de la membrana celular de los tejidos (Canales iónicos dependientes de un ligando, Receptores acoplados a proteínas G o a Receptores proteicos de tirosina cinasa), a nivel citoplasmático o a nivel del núcleo (Receptores esteroides) (Hershel Raff, 2013).

La liberación de una hormona, usualmente es controlada por la secreción de otra hormona. Un ejemplo de lo anterior, son la liberación de los factores liberadores del hipotálamo, que actúan sobre la hipófisis para estimular la liberación de otras hormonas que actuarán en los diferentes tejidos o en otras glándulas. De igual forma la inhibición de la liberación de las hormonas, casi siempre se lleva a cabo por mecanismos de *retroalimentación negativa*, en los cuales el exceso de producción de la hormona en la glándula blanco trae como consecuencia la inhibición en la liberación de la hormona o factor que estimula a dicha glándula blanco (Hershel Raff, 2013)

Tabla 9

Nombres, abreviaturas y sitios de secreción de las hormonas

Nombre de hormona	Sitio secreción	Abreviatura
Adrenocorticotropa (corticotropina)	Adenohipófisis	ACTH.
vasopresina (antidiurética)	Neurohipófisis	ADH
péptido natriurético auricular	Corazón	ANP
Corticoliberina	Hipotálamo	CRH
Dehidroepiandrosterona	Corteza suprarrenal	DHEA
Eritropoyetina	Riñón e Hígado	EPO
Hormona folículo estimulante	Adenohipófisis	FSH
Somatotropina (hormona del crecimiento)	Adenohipófisis	GH
gonadoliberina	Hipotálamo	GnRH
Somatomedina (factor de crecimiento insulinoide)	Hígado y otros tejidos	IGF
lutropina (hormona luteinizante)	Adenohipófisis	LH
noradrenalina	Médula suprarrenal	NE
Oxitocina	Neurohipófisis	OT
Dopamina (hormona inhibidora de la prolactina)	Hipotálamo	PIH
paratirina (hormona paratiroidea)	Paratiroides	PTH
triyodotironina	Tiroides	T ₃
Tetrayodotironina	Tiroides	T ₄
Tiroliberina	Hipotálamo	TRH
Tirotropina (hormona estimulante de la tiroides)	Adenohipófisis	TSH

Fuente: Adaptado de (Kenneth S. Saladin, 2013)

La Diabetes Mellitus es la enfermedad metabólica más prevalente en el mundo, alcanzando un promedio de 422 millones de personas en todo el mundo, según datos de la OMS para el 2022 (OMS, 2023). La diabetes se define como una alteración en el metabolismo de los carbohidratos, como consecuencia de una deficiencia en la secreción de la hormona insulina por parte de las células β del páncreas, trayendo como consecuencia unos niveles de glucosa en sangre muy altos, que a la postre traerán como consecuencia síntomas como: Polidipsia, Poliuria y Polifagia, así como otras alteraciones tales como hiperglicemia, glucosuria y cetonuria. La diabetes mellitus se clasifica en *Tipo 1*, la cual solo representa el 10 % de los casos, en la cual hay una incapacidad del páncreas para producir adecuadamente la insulina y la *Tipo 2*, que representa el 90% de los casos y en la cual se presenta una *resistencia a la insulina*. El no tratamiento de la diabetes mellitus puede traer complicaciones como daño a nivel renal, de la retina, del sistema nervioso y del sistema vascular periférico (Kenneth S. Saladin, 2013).

En la actualidad la Asociación Americana de Diabetes (ADA), en sus últimos lineamientos del año 2023, estableció los criterios a tener en cuenta para el diagnóstico de diabetes los siguientes: Glicemia basal o en ayunas (mínimo 8 horas de ayuno) ≥ 126 mg/dL ó Glicemia al azar (es decir en cualquier momento del día después de haber comido) ≥ 200 mg/dL ó valores de Hemoglobina glicosilada (Hb1c) $\geq 6,5\%$ (ElSayed et al., 2023)

En cuanto al *Hipotiroidismo*, es una deficiencia en la secreción de las hormonas tiroideas T3 y T4. Esta baja producción en las hormonas tiroideas puede obedecer a deficiencias en la ingesta de yodo (casos poco usuales, pues actualmente gran variedad de productos alimenticios, el agua y la sal de mesa vienen suplementados con yodo) o por trastornos autoinmunes como es el caso de la *Tiroiditis de Hashimoto*, en la cual el sistema inmune ataca las células de la glándula tiroidea afectando su producción de hormonas tiroideas. Entre los signos y síntomas del hipotiroidismo podemos resaltar: Aumento inexplicable de peso, caída del cabello, fragilidad de uñas, fatiga y pereza, aumento de la somnolencia, estreñimiento, debilidad muscular, etc. Clínicamente se puede encontrar aumento en el tamaño de la glándula tiroidea, en virtud a una sobre estimulación de la hipófisis a través de la TSH (Kenneth S. Saladin, 2013).

En la actualidad la Asociación Americana de Tiroides (ATA) ha establecido como criterio para diagnosticar el hipotiroidismo el encontrar en plasma unos niveles elevados de TSH y unos niveles bajos de T4 libre. En caso de encontrar niveles de TSH elevados y T4 libre normales, se estaría frente a un caso de hipotiroidismo subclínico (Patil N, Rehman A, 2023).

PROCEDIMIENTO

Por grupos prepararán una pequeña exposición de no más de 30 minutos, en donde socializarán una exposición acerca de la Diabetes Mellitus y el Hipotiroidismo. Para lo anterior los estudiantes se apoyarán en los artículos de refuerzo que se relacionan en el numeral 7 de esta práctica. El docente a cargo de la práctica asignará los temas a cada grupo. Así mismo darán respuesta al cuestionario del numeral 6 de la práctica.

CUESTIONARIO

- Explique algunas de las causas de la hiposecreción hormonal y mencione algunos ejemplos. Haga lo mismo para a hipersecreción hormonal.
- ¿Por qué la falta de yodo en la dieta causa hipersecreción de Hormona Tirotrópica (TSH)? ¿Por qué la glándula tiroides se agranda en el bocio endémico?
- Explique la fisiopatología, las manifestaciones clínicas y el tratamiento de la Diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2.
- Explique la fisiopatología las manifestaciones clínicas y el tratamiento del Hipotiroidismo.

Artículo de refuerzo: (Galicia-Garcia et al., 2020) (Ralli et al., 2020)

Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, Ostolaza H, Martín C. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. International Journal of Molecular Sciences. 2020; 21(17):6275. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>

Ralli, M., Angeletti, D., Fiore, M., D'Aguanno, V., Lambiase, A., Artico, M., de Vincentiis, M., & Greco, A. (2020). Hashimoto's thyroiditis: An update on pathogenic mechanisms, diagnostic protocols, therapeutic strategies, and potential malignant transformation. *Autoimmunity Reviews*, 19(10), 102649. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102649>

PRÁCTICA No. 11

Sistema reproductor:

taller sobre métodos diagnósticos de embarazo y métodos anticonceptivos

OBJETIVOS:

- Identificar las diferentes pruebas que se realizan para diagnosticar el embarazo.
- Distinguir los métodos de planificación familiar que actualmente se encuentra disponibles y sus mecanismos de acción.

MATERIALES:

No aplica.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

Métodos de diagnóstico de embarazo:

Los métodos para hacer diagnóstico de embarazo han evolucionado ostensiblemente. Desde las pruebas biológicas como la de *Ascheim-Zondek*, la de *Kuperman* y la de *Friedman*, que utilizaban la orina de la mujer para ser inyectada en ratones en las dos primeras y conejos en la tercera y ver su efecto sobre los ovarios de dichos animales, así como la prueba de *Hogben*, que utilizaba sapos, hasta las actuales pruebas que utilizan principios inmunológicos para determinar la presencia de hormonas como la *gonadotropina coriónica humana* (hCG), la cual es secretada específicamente por tejidos embrionarios como el *sincitiotrofoblasto*. La gonadotropina coriónica tiene propiedades antigénicas y su presencia, ya sea en orina o en sangre, puede ser detectada por anticuerpos específicos (Pal, 2010).

Los niveles de hCG sensibles en orina son detectables a partir del octavo día de embarazo, pero idealmente se aconseja tomarlos unos 14 días después de la amenorrea. El test debe realizarse en las siguientes 12 horas de haber tomado la muestra de orina. Este test se pueda realizar utilizando la *inhibición de aglutinación del látex (LAI)*, también llamado *Gravindex test* o por inhibición de la *hemaglutinación (HAI)*, también llamado *test de Prognostican*. La precisión de estos test es superior al 98% y dentro de las ventajas están el poder realizar el diagnóstico en corto tiempo, son bastante precisos y no requieren animales ni la experiencia que se requieren para realizar los test biológicos (Pal, 2010).

Otros métodos como el radioinmunoanálisis, se basan en detectar la presencia de la hCG en el plasma materno incluso en periodos tan cortos como 10 días después de la fertilización. Este método puede detectar valores tan pequeños como 0,003 UI/mol de la subunidad β y hasta 0,001 UI/mol de la subunidad α de dicha hormona. La prueba de Elisa (Análisis Inmunoabsorbente ligado a enzimas) tiene un principio similar al radioinmunoanálisis, pero no utiliza sustancias radioactivas. Finalmente, la ecografía es una técnica muy utilizada para corroborar los diagnósticos de embarazo. Este método utiliza ondas de ultrasonido para identificar la presencia del embrión en el útero materno, el cual es detectable a partir de la quinta semana de gestación, la fetocardia a partir de la semana 10 y los movimientos fetales a partir de la semana 11. Adicionalmente permite identificar ubicación de la placenta, la morfología del feto o la presencia de anomalías en el mismo, la edad gestacional, cantidad de líquido amniótico, etc. (Gopal Krushna Pal, 2010).

Métodos de planificación familiar:

Los métodos de planificación familiar se utilizan para controlar o determinar a voluntad de los padres, el número de hijos que tendrán como descendencia. Esta limitación de la fertilidad puede ser temporal o definitiva. Desde la mitad del siglo pasado, los métodos anticonceptivos han tenido el mayor auge y han evolucionado sustancialmente con miras a poder mantener su efectividad anticonceptiva y disminuir los efectos secundarios.

A pesar de que los actuales métodos anticonceptivos tienen una alta tasa de efectividad, la cual supera el 98%, ninguno puede garantizar

el 100% de efectividad, salvo la abstinencia de las relaciones sexuales (Gopal Krushna Pal, 2010). En la actualidad los anticonceptivos orales no solo se utilizan para controlar la natalidad, sino para el tratamiento de algunas enfermedades como los desbalances hormonales, el síndrome de ovario poliquístico, el hiperandrogenismo e hirsutismo. Los métodos anticonceptivos más conocidos son los siguientes:

Métodos fisiológicos:

En estos métodos encontramos el *método del ritmo*, el cual basa su principio en identificar un lapso de tiempo seguro y un periodo de abstinencia. En condiciones normales el óvulo tiene una sobrevivida de 24 horas después de la ovulación, mientras que el espermatozoide tiene una sobrevivida de 48 horas una vez ingresa al útero, por lo tanto, hay un periodo de 3 días en los cuales se debe evitar las relaciones sexuales. Este método demanda conocer con gran precisión el día de la ovulación, la cual casi siempre es el día 14 del ciclo, es decir 14 días antes de la siguiente menstruación, siempre y cuando la mujer siempre tenga ciclos regulares. Así las cosas, el periodo en el cual se debe evitar tener relaciones sexuales estaría entre los 4 días antes y después de la fecha que se tiene calculada para la ovulación. El otro método fisiológico es el del coito interruptus, el cual consiste en retirar el pene de la vagina justo antes de eyacular. Los anteriores métodos no se aconsejan en virtud a su baja efectividad, la cual no supera el 40% (Gopal Krushna Pal, 2010).

Métodos de barrera:

Entre estos métodos encontramos el condón o preservativo tanto para hombre como para mujer y el diafragma vaginal, el cual se coloca en el cuello uterino de la mujer. El condón es uno de los métodos más utilizados por los hombres, a pesar de que su efectividad no supera el 85%, tiene la ventaja de que disminuye el riesgo de adquirir enfermedades de transmisión sexual (ETS) (Gopal Krushna Pal, 2010).

Espermicidas:

Hacen referencia al uso de sustancias, geles o cremas, que se aplica la mujer antes del coito, con miras a que ejerzan un efecto destructor sobre los espermatozoides.

Esterilización quirúrgica:

Buscan por medio de un procedimiento quirúrgico, interrumpir la vía normal de tránsito de los óvulos o los espermatozoides. Dentro de este grupo encontramos el corte de trompas de Falopio, ya sea por la técnica de Pomeroy o Ushida y la vasectomía. Este método es de los más efectivos actualmente. A pesar de que anteriormente se consideraba un procedimiento de anticoncepción definitiva, en la actualidad, gracias a la microcirugía, se puede revertir este procedimiento.

Dispositivos intrauterinos:

Es la colocación de dispositivos ya sea de plástico o de metal dentro del útero, los cuales actúan como cuerpo extraño. Estos dispositivos generan un proceso de inflamación dentro del útero y aumentan su motilidad, impidiendo así la implantación del huevo o cigoto (Gopal Krushna Pal, 2010).

Métodos hormonales:

Reciben también el nombre de anticonceptivos orales y consiste en el consumo diario de tabletas que contienen pequeñas cantidades de estrógenos y progestágenos, los cuales se administran a partir del primer día del periodo menstrual, con miras a generar una inhibición en la producción de la *hormona Folículo estimulante* (FSH) y la *hormona Luteinizante* (LH), lo cual impide la síntesis de hormonas ováricas y la ovulación. Así mismo, alteran a las características del moco cervical y del endometrio, que generan un ambiente hostil para los espermatozoides. Se suelen tomar una vez al día durante 21 a 24 días; seguidamente, la toma se interrumpe durante 4 a 7 días (para que sobrevenga la menstruación) y luego se reanuda. También existen los de 28 tabletas en los cuales 24 tabletas tienen el principio activo y las otras cuatro son un placebo que se toma durante los días en que no se toman los comprimidos combinados, con miras a establecer una rutina de tomar un comprimido al día. La píldora sin efecto (placebo) puede contener hierro y ácido fólico. Otros métodos hormonales son las inyecciones mensuales o cada tres meses, los parches subdérmicos y transdérmicos, implantes subdérmicos, los cuales pueden tener efectividad hasta por 5 años, etc. (Gopal Krushna Pal, 2010).

PROCEDIMIENTO

Por grupos prepararán una pequeña exposición de no más de 20 minutos, en donde socializarán los principales métodos de diagnóstico del embarazo, los métodos de planificación familiar y sus mecanismos de acción. Para lo anterior los estudiantes se apoyarán en los artículos de refuerzo que se relacionan en el numeral 7 de esta práctica. El docente a cargo de la práctica asignará los temas a cada grupo. Así mismo darán respuesta al cuestionario del numeral 6 de la misma.

CUESTIONARIO

- Mencione las hormonas que se ven involucradas durante el embarazo y su principal función.
- ¿Cuáles son los principios utilizados en los test biológicos y en los test inmunológicos y cuáles son los actualmente más utilizados?
- ¿Cuáles hormonas son secretadas por la placenta durante el embarazo?
- Qué significa el término amenorrea y mencione sus principales causas.
- ¿Cómo se puede determinar la fecha de ovulación?
- Describa los mecanismos de acción de los métodos anticonceptivos actuales.

Artículo de refuerzo: (Teal & Edelman, 2021) (Jain & Muralidhar, 2011)

Teal, S., & Edelman, A. (2021). Contraception Selection, Effectiveness, and Adverse Effects: A Review. JAMA, 326(24), 2507–2518. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.21392>

Rakhi, J., & Sumathi, M. (2011, December). Contraceptive methods: Needs, options and utilization. Journal of Obstetrics and Gynecology of India. <https://doi.org/10.1007/s13224-011-0107-7>

PRÁCTICA No. 12

Fisiología del ejercicio: estimación del VO_2 máx.



ADVERTENCIA

Si alguno de los participantes de la práctica presenta algún diagnóstico médico o padece alguna condición clínica que le impida la realización de esfuerzos o ejercicio físico, por favor informe al docente encargado de la práctica.

OBJETIVOS:

- Familiarizarse con el concepto de capacidad funcional aeróbica y sus bases fisiológicas
- Diferenciar los conceptos de VO_2 , VO_2 máx. y VO_2 pico.
- Aprender a aplicar las pruebas indirectas para la determinación del VO_2 máx.
- Reconocer las aplicaciones clínicas que tiene la determinación de las anteriores variables.

MATERIALES:

- Cronómetro.
- Silbato.
- Conos señalizadores.
- Pista de atletismo (400m) o en su defecto una cancha de fútbol de la cual se conozcan sus dimensiones.
- Escalón de 33cm y 40cm.
- Aplicación para celular de metrónomo (*Metrónomo Beats*).
- Balanza para pesar personas.

REACTIVOS:

No aplican.

INTRODUCCIÓN

El **consumo de oxígeno** (VO_2) hace referencia a la cantidad de oxígeno que consume o utiliza nuestro cuerpo por unidad de tiempo. Usualmente se expresa en mL oxígeno/Kg de peso/minuto. Gracias a esta variable se puede determinar el metabolismo energético del cuerpo para transformar la energía contenida en los alimentos y demás sustratos energéticos en trabajo celular, que para el caso del ejercicio será la contracción muscular (José Lopez Chicharro, 2023).

La cantidad de oxígeno que consume el cuerpo humano en reposo para mantener sus necesidades metabólicas basales es de aproximadamente 3,5 mL Oxígeno/Kg de peso/minuto. Este valor es el equivalente a 1 MET o unidad metabólica. El VO_2 está determinado por el gasto cardiaco del individuo y la diferencia arterio-venosa de oxígeno en un tejido específico. Así las cosas, el consumo de oxígeno puede expresarse por medio de la siguiente fórmula:

$$VO_2 = Q * D(a-v) O_2$$

donde Q = Gasto cardiaco y D(a-v) = Diferencia arterio-venosa de oxígeno. El primer factor depende fundamentalmente de la función cardiaca y puede variar desde valores de 5L/min en reposo hasta 5 ó 6 veces en ejercicio máximo, mientras que el segundo puede verse afectado por variables tales como: la presión atmosférica, la concentración de hemoglobina en sangre y la capacidad de captación de oxígeno por parte de los tejidos y puede variar desde 5mL O_2 /100mL sangre en condiciones de reposo, hasta 17mL O_2 /100mL sangre en condiciones de ejercicio máximo (José Lopez Chicharro, 2023).

El VO_2 aumenta de forma lineal a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, hasta que alcanza su valor máximo, es decir, el individuo es incapaz de soportar un aumento en la intensidad del ejercicio, generando así una meseta en la gráfica de esta variable. Así las cosas, se puede definir como **consumo máximo de oxígeno** ($VO_{2\text{ max.}}$) al máximo volumen de oxígeno que el organismo es capaz de absorber del medio ambiente, transportar en la sangre y consumir a nivel de los tejidos por unidad de tiempo. Esta variable fisiológica es una medida de la capacidad funcional aeróbica de un individuo. El $VO_{2\text{ max.}}$ Depende de ciertos factores tales como: la edad, el sexo, la dotación genética, la composición corporal y el grado de entrenamiento del individuo (José Lopez Chicharro, 2023).

En cuanto al **consumo de oxígeno pico** (VO_2 pico) este hace referencia al máximo consumo de oxígeno que presenta un individuo cuando realiza una prueba específica, pero cuyo valor y comportamiento no cumple con los requerimientos objetivos para ser catalogado como consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{ máx}}$). Entre las principales causas para que esto se presente, se encuentran: Grado de voluntad, estado de salud física y grado de motivación del individuo, e incluso la decisión del personal que está haciendo la evaluación (médicos o facultativos), quienes deciden terminar la prueba antes del agotamiento máximo, para evitar complicaciones en pacientes con cardiopatías, neumopatías, sedentarios o de avanzada edad (José Lopez Chicharro, 2023).

En virtud a la que existe muchas variaciones entre las diversas poblaciones y cada laboratorio tiene establecidos sus valores de referencia y de igual forma se pueden presentar diferencias o errores en los métodos de medición del $VO_{2\text{ máx}}$. Hay algunos estudios poblacionales como los de Neumann en 1988 y Nevill 2003 que han permitido aproximarse a establecer valores normales para el $VO_{2\text{ máx}}$. Los cuales se encuentran en rango de 35-45 mL O_2 /Kg peso/min. en hombres y de 30-40 mL O_2 /Kg peso/min para mujeres (Neumann G., 1988) (José Lopez Chicharro, 2023).

El consumo máximo de oxígeno es una variable fisiológica que tiene una gran aplicación en el ámbito clínico, principalmente en áreas como la cardiología y la medicina interna, pues permite determinar de manera objetiva la capacidad aeróbica y el estado funcional tanto de deportistas, sujetos sanos o pacientes con patologías, así como determinar el impacto de las intervenciones terapéuticas o de los programas de rehabilitación.

Determinación del $VO_{2\text{ máx}}$.

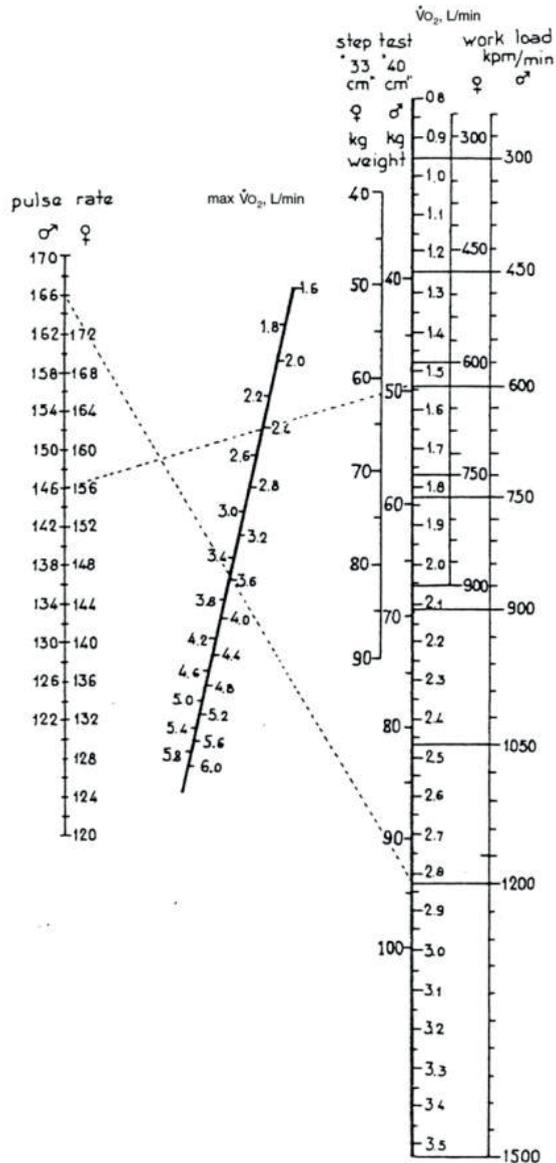
Las pruebas para determinar el $VO_{2\text{ máx}}$. utilizan la contracción de grandes masas musculares con una intensidad y duración suficiente. Esta prueba recibe el nombre de *prueba de esfuerzo o ergometría*, para la cual existen varios protocolos muy bien estandarizados. Las *pruebas de esfuerzo directas* son aquellas que miden el $VO_{2\text{ máx}}$. utilizando equipos sofisticados como los cicloergómetros y analizadores de gases inspirados y expirados, las cuales se realizan en laboratorios especializados (José Lopez Chicharro, 2023). Actualmente existen equipos portátiles que permiten ser llevados a los campos de

juego o entrenamiento para medir estas variables durante la ejecución del deporte.

Las pruebas de esfuerzo indirectas son aquellas que se han diseñado para no tener que utilizar equipos especializados como los cicloergómetros o los analizadores de gases respiratorios. Estas pruebas se basan en recorrer distancias sobre una pista atlética, subirse y bajarse de un escalón y con base en los tiempos utilizados, las distancias recorridas, la frecuencia cardiaca alcanzada, el sexo, la estatura y el peso del evaluado, y utilizando ciertas fórmulas, se puede determinar el VO_2 máx. con una precisión bastante aceptable. Entre las pruebas indirectas más utilizadas se encuentran las siguientes:

Test de escalón de Astrand-Ryhming: Consiste en subir y bajar un escalón de 33cm para las mujeres y de 40cm para los hombres, llevando una cadencia establecida, la cual es de 22,5 veces por minuto, durante 5 minutos. Al finalizar la prueba se toma la frecuencia cardiaca del evaluado y utilizando el nomograma de Astrand- Ryhming (Ver **Figura 36**) o la ecuación correspondiente, se calcula el VO_2 máx. El VO_2 máx. estimado se debe corregir si el sujeto tiene una edad superior o inferior a 25 años, multiplicando el resultado obtenido por el factor correspondiente para la edad según corresponda (Ver Tabla 10). La correlación del VO_2 máx. calculado por este método y el real es de 0,74, con un error entre el 10% y el 15% para sujetos entrenados y no entrenados respectivamente (Åstrand, 2003).

Figura 36
Nomograma de Astrand-Ryhming.



Fuente: (Åstrand et al., 1960)

Tabla 10

Factor de corrección por edad para el test de escalón de Astrand-Ryhming

Edad (años)	Factor
15	1,10
20	1,05
25	1,0
30	0,94
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65

Fuente: (Åstrand, 2003). Elaboración propia.

Otra forma de calcular el VO_2 máx. para el test del escalón es a través de las siguientes fórmulas (Åstrand, 2003):

Hombres: $VO_2 \text{ máx. (L/min)} = 3,744 * [(peso \text{ Kg} +5) / FC-62]$

Mujeres: $VO_2 \text{ máx. (L/min)} = 3,750 * [(peso \text{ Kg} -3) / FC-65]$

Donde “peso Kg” hace referencia al peso del evaluado y “FC” a la frecuencia cardiaca del evaluado una vez termina la prueba. Los demás valores son constantes.

Para individuos con edades superiores a los 25 años, la fórmula sobreestima su potencia aeróbica, razón por la cual debe hacerse la correspondiente corrección por los factores relacionados en la **Tabla 10**, a partir de dicha edad. (Ricardo Mora Rodríguez, 2010).

Test de escalón de tres minutos: Existen otros test para determinar de manera indirecta el VO_2 máx. como es el caso del test de escalón de tres minutos desarrollado por McArdle, en el cual el evaluado debe subir un escalón de 40cm durante 3 minutos a una cadencia de 24 ciclos/min para hombres y 22 ciclos /min para mujeres. La frecuencia

cardiaca se contabiliza entre los segundos 5 y 20 del minuto inmediatamente siguiente a terminar la prueba. Para determinar el VO₂ máx. se utilizan las siguientes fórmulas, donde FC= Frecuencia cardiaca (McArdle et al., 1972):

$$\text{Hombres: } VO_2 \text{ máx.} = 111,33 - (0,42 * FC)$$

$$\text{Mujeres: } VO_2 \text{ máx.} = 65,81 - (0,1847 * FC)$$

Test de Cooper: Este es un test de campo desarrollado por Kenneth H. Cooper en el año 1968 y consiste en recorrer la mayor distancia posible, a una velocidad constante, en un tiempo de 12 minutos. Es una prueba que en su inicio se diseñó para evaluar soldados en el ejército de los estados unidos, por lo tanto, esta prueba se sugiere utilizarla en personas sanas y moderadamente activas. La prueba debe realizarse sobre una superficie plana, idealmente una pista atlética en donde se puedan marcar fácilmente distancias completas como 400m, 200m o 100 m, con miras a que se puedan determinar fácil y rápidamente el número de vueltas completas o parciales que realice el examinado (José Lopez Chicharro, 2023). Para estimar el VO₂ máx. se deberá utilizar la siguiente ecuación:

$$VO_2 \text{ máx.} = 0,0268 * \text{distancia recorrida (m)} - 11,3$$

Una vez determinado el VO₂ máx. se comparan los datos obtenidos con los valores reportados en la Tabla 11 y se cataloga la capacidad aeróbica del sujeto, según la categoría en la que se ubique.

Tabla 11

Valores de VO₂ máx. para el test de Cooper, por sexo y rango de edad

	CATEGORIA	EDADES					
		13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	> 60
Hombres	Muy baja	< 35	< 33	< 31,5	< 30,2	< 26,1	< 20,5
	Baja	35 - 38,3	33 - 36,4	31,5 - 35,4	30,2 - 33,5	26,1 - 30,9	20,5 - 26
	Normal	38,4 - 45,1	36,5 - 42,4	35,5 - 40,9	33,6 - 38,9	31 - 35,7	26,1 - 32,2
	Buena	45,2 - 50,9	42,5 - 46,4	41 - 44,9	39 - 43,7	35,8 - 40,9	32,3 - 36,4
	Excelente	51 - 55,9	46,5 - 52,4	45 - 49,4	43,8 - 48	41 - 45,3	36,5 - 44,2
	Superior	> 56	> 52,5	> 49,5	> 48,1	> 45,4	> 44,3
	Muy baja	< 25	< 23,6	< 22,8	< 21	< 20,2	< 17,5

	CATEGORIA	EIDADES					
		13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	> 60
Mujeres	Baja	25 - 30,9	23,6 - 28,9	22,8 - 26,9	21 - 24,4	20,2 - 22,7	15,5 - 20,1
	Normal	31 - 34,9	29 - 32,9	27 - 31,4	24,5 - 28,9	22,8 - 26,9	20,2 - 24,4
	Buena	35 - 38,9	33 - 36,9	31,5 - 35,6	29 - 32,8	27 - 31,4	24,5 - 30,2
	Excelente	39 - 41,9	37 - 40,9	35,7 - 40	32,9 - 36,9	31,5 - 35,7	30,3 - 31,4
	Superior	> 42	> 41	> 40,1	> 37	> 35,8	> 31,5

Valores de VO₂ máx. expresados en mL O₂/Kg/min.

Fuente: Adaptado de (Kenneth H. Cooper, 1980).

Test de Rockport de una milla: Este test fue creado por Kline y colaboradores en el año 1987 y es más apropiado para aquellas personas que no pueden realizar los anteriores debido a su baja condición física. La prueba consiste en caminar una milla (1609m) lo más rápido posible sobre una superficie plana. Terminada la prueba inmediatamente se toma la frecuencia cardiaca del evaluado. La potencia aeróbica para este test se calcula con la siguiente fórmula (Kline et al., 1987):

$$VO_2 \text{ máx.} = 132,853 - (0,0769 * P) - (0,3877 * E) + (6,315 * S) - (3,2649 * T) - (0,1565 * FC)$$

Donde:

P = Peso de la persona en libras (1kg = 2,2 libras).

E = Edad en años.

S = Sexo (mujeres = 0; Hombres = 1).

T = Tiempo (minutos).

FC = Frecuencia cardiaca al final de la prueba.

Existen muchos otros test para determinar el VO₂ máx. de forma indirecta como son: el *test de Balke*, el *test corriendo/andando 1,5 millas* (George et al., 1993), el *test de Course Navette*, el *test de UKK*, el *test de Margaria*, el *test de yo-yo*, etc. (Ricardo Mora Rodríguez, 2010) (José Lopez Chicharro, 2023).

PROCEDIMIENTO

Nota: Para todas las pruebas, previamente se debe realizar una sesión de calentamiento dinámico moviendo todas las articulaciones tanto de miembro inferior como superior, cuello, espalda y trotando en el puesto, el cual no debe tener una duración superior a 10 min.

Test de Cooper:

- Previa explicación de la prueba al examinado, indáguele si tiene alguna pregunta o inquietud sobre la misma. Hágame énfasis al evaluado que durante la prueba debe correr todo el tiempo, dosificando el esfuerzo para que este sea entre moderado a intenso, pero no extenuante.
- Ubicar al examinado en la línea de partida.
- De un silbato para iniciar la prueba e inicie el cronómetro.
- Cada 4 minutos de un silbato para informarle al corredor el tiempo que lleva de prueba.
- Al terminar los 12 minutos de la prueba, de tres silbatos cortos e inmediatamente detenga el cronómetro y contabilice el número de vueltas y fracción de vuelta que dio el examinado durante los 12 minutos.
- El examinado debe continuar trotando lentamente y finalmente caminar hasta que se recupere.
- Con base en la distancia recorrida y utilizando la fórmula para estimación de la potencia aeróbica para el test de Cooper, determine el VO_2 máx. del evaluado.
- Registre en una tabla los datos para todos los estudiantes.

Test de escalón de Astrand-Ryhming:

- Previa explicación de la prueba al examinado, indáguele si tiene alguna pregunta o inquietud sobre la misma.

- Ubique al examinado frente a un escalón de 40cm de altura en caso de que se trate de un hombre, o frente a un escalón de 33cm de altura en caso de que sea una mujer.
- Utilizando la aplicación del metrónomo, calibre el ritmo del mismo a 90 beats/min, el cual equivale a 22,5 ciclos/min.
- Active el metrónomo y permítale al examinado que se familiarice con la cadencia que deberá llevar durante la prueba. Recuérdale que cada señal sonora corresponde a cada uno de los movimientos de subir y bajar cada pie del escalón, así: Primer sonido: Subir pie derecho; Segundo sonido: Subir pie izquierdo; Tercer sonido: Bajar pie derecho; Cuarto sonido: Bajar pie izquierdo.
- Una vez esté listo el examinado, haga la señal de inicio y active el cronómetro.
- Al cabo de 5 minutos de transcurrida la prueba, indique al examinado que suspenda la misma.
- Inmediatamente posterior a terminar la prueba, palpe el pulso radial y contabilice el número de pulsaciones comprendidas entre los segundos 15 y 30 del minuto que está transcurriendo tras haber terminado la prueba.
- Multiplique por 4 el número de pulsaciones que logró contabilizar en el punto anterior y esta será la frecuencia cardíaca de recuperación.
- Con los datos anteriores y utilizando las fórmulas o el nomograma para estimación de la potencia aeróbica para el test de escalón de Astrand y según el sexo, determine el VO₂ máx. del evaluado.
- Registre en una tabla los datos para todos los estudiantes.

Test de Rockport de una milla:

- Demarque previamente sobre la pista atlética, con los conos señalizadores, la distancia de 1 milla (1609m).
- Pese en la balanza al examinado o indáguele por el peso corporal actual.

- Previa explicación de la prueba al examinado, indáguele si tiene alguna pregunta o inquietud sobre la misma.
- Ubicar al examinado en la línea de partida.
- De un silbato para iniciar la prueba e inicie el cronómetro.
- Anime al examinado para que camine lo más rápido que pueda.
- Una vez el examinado cruce la marca de la milla detenga el cronómetro e inmediatamente toma la frecuencia cardiaca.
- Posteriormente, con base en el peso de la persona, la edad, el sexo, el tiempo utilizado en recorrer la milla y la frecuencia cardiaca al terminar la prueba y utilizando la fórmula correspondiente para el test de la milla determine el VO_2 máx.
- Registre en una tabla los datos para todos los estudiantes.

CUESTIONARIO

- ¿Cuál fue la diferencia en los valores de VO_2 máx. determinados con cada una de las pruebas realizadas en la práctica?
- ¿Cuál de los test revisados en la práctica utilizaría para determinar el VO_2 máx. en un estudiante universitario activo?
- ¿Cuál de los test revisados en la práctica utilizaría para determinar el VO_2 máx. en un paciente de 50 años que desea empezar a hacer ejercicio?
- Describa las aplicaciones clínicas que tienen las pruebas para determinar el VO_2 máx. Tanto directas como indirectas.

Artículo de refuerzo: (Buttar et al., 2019)

Buttar, K., Scholar, Saboo, N., & Kacker, S. (2019). A review: Maximal oxygen uptake (VO_2 max) and its estimation methods. 24–32.

REFERENCIAS

- ADInstruments. (2023). *Image*. Settings Sampling Panels Lt Ecg and Heart Rate. <https://www.adinstruments.com/support/documentation/settings-sampling-panels-lt-ecg-and-heart-rate>.
- Ahmad S, Maqbool A, Srivastava A, Gogoi S, Siddiqui FA, P. S. (2019). Urine Analysis Revisited: A Review. *Ann. Int. Med. Den. Res.*, 5(1), 22–32.
- Arrazola, A. (1994). Biología de la membrana celular. *Nefrología*, 14(4), 418-426. <https://www.revistanefrologia.com/es-biologia-membrana-celular--articulo-X021169959400663X>
- Aseel Sh. Abdullah, Yamama Zuhair, Alaa Anwer, I. G. Z. (2021). Osmotic Fragility And Hemolysis Of Human Erythrocytes B-Thalassemia Major And Anemia Patients Compared To Healthy Subjects. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 12(2), 237–241. <https://doi.org/doi:10.31838/s-rp.2021.2.29>
- Åstrand, I., Åstrand, P.-O., Christensen, E. H., & Hedman, R. (1960). Intermittent Muscular Work. *Acta Physiologica Scandinavica*, 48(3–4), 448–453. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1960.tb01879.x>
- Åstrand, P. O. (2003). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. Human Kinetics. <https://books.google.com.co/books?id=BC9-SiAsUPqsC>
- B. Pharm. (2015). *PRACTICAL LAB MANUAL HUMANAN ANATOMY AND PHYSIOLOGY* (Rai University (Ed.); First). Rai University.
- Ball. (2019). *Guía Seidel De Exploración Física* (Elsevier (Ed.); Nine). Elsevier.
- Benítez-Pérez, Rosaura Esperanza, Torre-Bouscoulet, Luis, Villca-Alá, Nelson, Del-Río-Hidalgo,, Rodrigo Francisco, Pérez-Padilla, Rogelio, Vázquez-García, Juan Carlos, Silva-Cerón, Mónica, Cid-Juárez, Silvia, & Gochicoa-Rangel, L. (2016). Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 75(2), 173–190.
- Buttar, K., Scholar, Saboo, N., & Kacker, S. (2019). A review: *Maximal oxygen uptake (VO2 max) and its estimation methods*. 24–32.

- C., D., . M. C., & . A. (2012). Cinética de la bromelina obtenida a partir de la piña perolera (*Ananas Comosus*) de Lebrija-Santander. *Bistua: Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 10, 41–49. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90326388008>
- Cannon, W. B. (1929). ORGANIZATION FOR PHYSIOLOGICAL HOMEOSTASIS. *Physiological Reviews*, 9(3), 399–431. <https://doi.org/10.1152/physrev.1929.9.3.399>
- Castañó P, Andrés, Fernández, Verónica, Galano, Sergio, & Gómez, R. (2014). Confiabilidad de la campimetría manual por confrontación para detectar defectos de campos visuales en patologías neurológicas. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 52(2), 73–80. <https://doi.org/10.4067/S0717-92272014000200002>
- Elliott, M., & Endacott, R. (2022). The clinical neglect of vital signs' assessment: an emerging patient safety issue? *In Contemporary nurse* (Vol. 58, Issue 4, pp. 249–252). <https://doi.org/10.1080/10376178.2022.2109494><https://doi.org/10.4067/S0717-92272014000200002>
- ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khunti, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. Lou, Prahallad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., Stanton, R. C., ... Association, on behalf of the A. D. (2023). 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care*, 46(Suppl 1), S19–S40. <https://doi.org/10.2337/dc23-S002>
- Fikree, A., & Byrne, P. (2021). Management of functional gastrointestinal disorders. *Clinical Medicine (London, England)*, 21(1), 44–52. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0980>
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17). <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- George, J. D., Vehrs, P. R., Allsen, P. E., Fellingham, G. W., & Fisher, A. G. (1993). VO_2 max estimation from a submaximal 1-mile track jog for fit college-age individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(3), 401–406.
- Ghai, C. L. (2012). *A Textbook of Practical Physiology*. Jaypee Brothers Medical Publishers Pvt. Limited. https://books.google.com.co/books?id=gH_rS8tuz8wC
- Gopal Krushna Pal. (2010). *Textbook of Practical Physiology* (U. Press (Ed.);

- Third). University Press.
- Hall, J. E. (2016). *Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology*. (Elsevier (Ed.); Decimoterc, Vol. 1145). Elsevier.
- Haynes, J. M. (2018). Basic spirometry testing and interpretation for the primary care provider. *Canadian Journal of Respiratory Therapy : CJRT = Revue Canadienne de La Therapie Respiratoire : RCTR*, 54(4). <https://doi.org/10.29390/cjrt-2018-017>
- Hershel Raff, M. L. (2013). *Fisiología Médica. Un enfoque por aparatos y sistemas*. (McGraw-Hill (Ed.); Primera). McGraw-Hill.
- Jain, R., & Muralidhar, S. (2011). Contraceptive methods: needs, options and utilization. *Journal of Obstetrics and Gynaecology of India*, 61(6), 626–634. <https://doi.org/10.1007/s13224-011-0107-7>
- José Lopez Chicharro, A. F. V. (2023). *Fisiología del Ejercicio* (Editorial Médica Panamericana (Ed.); Cuarta). Editorial Médica Panamericana.
- Keith, LM, Dalley, F. . (2017). *Anatomía con orientación Clínica* (W. Kluwer (Ed.); Eight). Wolters Kluwer.
- Keith Kleinman, Lauren McDaniel, M. M. (2020). *The Harriet Lane Handbook* (Elsevier (Ed.); 22nd ed.). Elsevier.
- Kenneth H. Cooper. (1980). *The aerobics way* (Bantam (Ed.)). Bantam.
- Kenneth S. Saladin. (2013). *Anatomía Fisiología. La unidad entre forma y función*. (McGraw-Hill (Ed.); Sexta). McGraw-Hill.
- Kline, G. M., Porcari, J. P., Hintermeister, R., Freedson, P. S., Ward, A., McCarron, R. F., Ross, J., & Rippe, J. M. (1987). Estimation of VO₂max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(3), 253–259.
- Komal, M. (2010). *Chapter-11 Determination of Bleeding Time (BT) and Clotting Time (CT)(3)*.
- LARA PRADO, J. I. (2016). El electrocardiograma: una oportunidad de aprendizaje. *Rev. Fac. Med. (Méx.)*, 59(6), 39–42. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000600039&lng=es&tlng=es.
- Lin-Wei, O., Xian, L. L. S., Shen, V. T. W., Chuan, C. Y., Halim, S. A., Ghani, A. R, I., Idris, Z., & Abdullah, J. M. (2021). Deep Tendon Reflex: The Tools and Techniques. What Surgical Neurology Residents Should Know. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*, 28(2), 48–62.

https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/33958960/-Deep_Tendon_Reflex:_The_Tools_and_Techniques._What_Surgical_Neurology_Residents_Should_Know.

Macdonald, N. K., Kaski, D., Saman, Y., Al-Shaikh Sulaiman, A., Anwer, A., & Bamiou, D.-E. (2017). Central Positional Nystagmus: A Systematic Literature Review . In *Frontiers in Neurology* (Vol. 8). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2017.00141>

Mahlon H. Delp; Robert T. Manning. (1970). *Propedéutica Médica de Major* (Interamericana (Ed.); Séptima). Interamericana.

Marín Trigo, J. M. (2003). Principales parámetros de función pulmonar en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). *Atención Primaria*, 32(3), 169–176. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-principales-parametros-funcion-pulmonar-enfermedad-13049899>

McArdle, W. D., Katch, F. I., Pechar, G. S., Jacobson, L., & Ruck, S. (1972). Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Medicine and Science in Sports*, 4(4), 182–186.

Neumann G. (1988). Special performance capacity. *The Olympic Book of Sports Medicine*.

OMS. (2023). *Diabetes*. Carga Diabetes 2023. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>

Pal, G. K. P. P. (2010). *Textbook of Practical Physiology* (Universities Press (Ed.); Third). Universities Press.

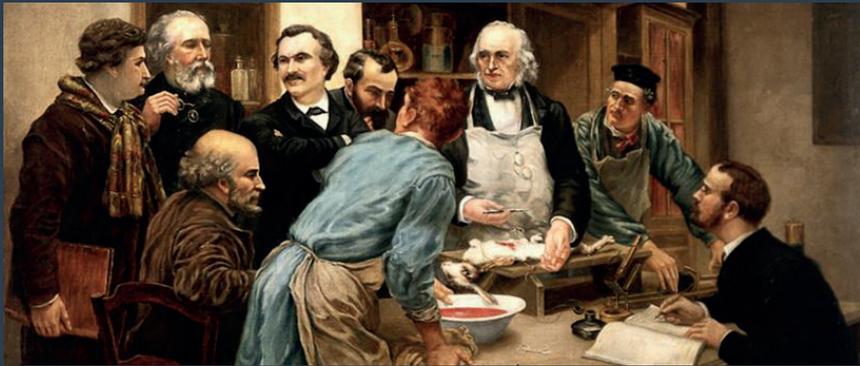
Patil N, Rehman A, J. I. (2023). *Hypothyroidism*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519536/>

Pulmonary Function Tests. (2014). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 189(10), P17–P18. <https://doi.org/10.1164/rccm.18910P17>

Ralli, M., Angeletti, D., Fiore, M., D'Aguanno, V., Lambiase, A., Artico, M., de Vincentiis, M., & Greco, A. (2020). Hashimoto's thyroiditis: An update on pathogenic mechanisms, diagnostic protocols, therapeutic strategies, and potential malignant transformation. *Autoimmunity Reviews*, 19(10), 102649. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102649>

Ricardo Mora Rodríguez. (2010). *Fisiología del Deporte y el Ejercicio* (E. M. Panamericana (Ed.); Primera). Editorial Médica Panamericana.

- Rivero-Yeverino, D. (2019). Espirometría: conceptos básicos. *Revista Alergia México*, 66(1), 76–84.
- Roxe DM. (1990). *Urinalysis*. Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations.
- Sang, Y., Roest, M., de Laat, B., de Groot, P. G., & Huskens, D. (2021). Interplay between platelets and coagulation. *Blood Reviews*, 46, 100733. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.blre.2020.100733>
- Shahrokhi M, A. R. (2023). *Neurologic Exam*. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557589/>
- Sokic-Milutinovic, A., Pavlovic-Markovic, A., Tomasevic, R. S., & Lukic, S. (2021). Diarrhea as a Clinical Challenge: General Practitioner Approach. *Digestive Diseases*, 40(3), 282–289. <https://doi.org/10.1159/000517111>
- Strupp, M., Dlugaiczyk, J., Ertl-Wagner, B. B., Rujescu, D., Westhofen, M., & Dieterich, M. (2020). Vestibular Disorders. *Deutsches Arzteblatt International*, 117(17), 300–310. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0300>
- Tagle, R. (2018). DIAGNÓSTICO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(1), 12–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.12.005>
- TeachMe, & Anatomy. (2023). *The location of the cranial nerves on the cerebrum and brainstem*. TeachMe Anatomy. <https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/summary/>
- Teal, S., & Edelman, A. (2021). Contraception Selection, Effectiveness, and Adverse Effects: A Review. *JAMA*, 326(24), 2507–2518. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.21392>
- Teasdale, G., & Jennett, B. (1974). ASSESSMENT OF COMA AND IMPAIRED CONSCIOUSNESS: A Practical Scale. *The Lancet*, 304(7872), 81–84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)91639-0)
- Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., Ramirez, A., Schlaich, M., Stergiou, G. S., Tomaszewski, M., Wainford, R. D., Williams, B., & Schutte, A. E. (2020). 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension*, 75(6), 1334–1357. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026>
- Wagner, I. V, Stewart, M. W., & Dorairaj, S. K. (2022). Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma. *Mayo Clinic Proceedings. Innovations, Quality & Outcomes*, 6(6), 618–635. <https://doi.org/10.1016/j.-mayocpiqo.2022.09.007>



Manual de Prácticas de Fisiología Humana

De la teoría a la práctica, se ofrece como un texto guía para apropiarse y correlacionar clínicamente los conceptos teóricos revisados en la asignatura de fisiología humana. Es un manual que no solo está pensado solamente para los estudiantes de medicina en sus primeros años de formación, sino para cualquier otro estudiante del área de la salud.

En esta primera edición se han compilado doce prácticas que abordan los temas más relevantes y de obligatoria revisión por parte de los estudiantes de las ciencias de la salud, las cuales se han diseñado para que se lleven a cabo sin el uso de reactivos costosos o equipos especializados.

Cada práctica incluye unos objetivos claros y fácilmente medibles, aborda posteriormente una fundamentación teórica sobre el tema a tratar y finaliza con unas preguntas de estudio que le permitirán al estudiante reforzar los conceptos aprendidos y correlacionarlos clínicamente con artículos científicos actualizados, los cuales se sugieren al final de cada práctica.